

Nini Subini, S.Pd.

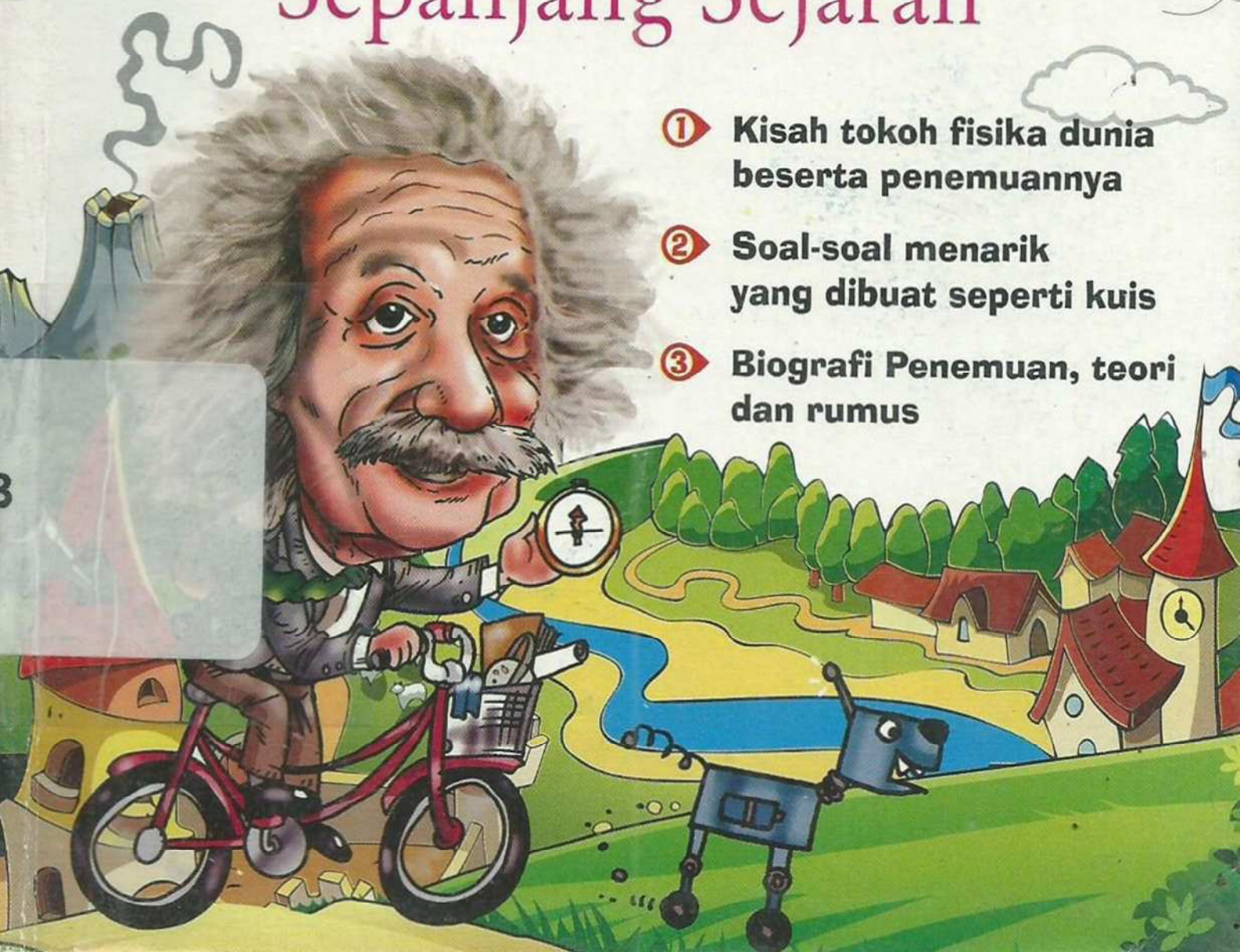


Kisah Menarik EINSTEIN

dan Kawan-kawan

66 Tokoh Fisika Dunia Sepanjang Sejarah

- ① Kisah tokoh fisika dunia beserta penemuannya
- ② Soal-soal menarik yang dibuat seperti kuis
- ③ Biografi Penemuan, teori dan rumus



Kisah Menarik
EINSTEIN
dan Kawan-kawan

Kisah Menarik **EINSTEIN** **dan Kawan-kawan**

66 Tokoh Fisika Dunia
Sepanjang Sejarah

Nini Subini, S.Pd.

KISAH MENARIK EINSTEIN DAN KAWAN-KAWAN

66 TOKOH FISIKA DUNIA SEPANJANG SEJARAH

Penulis : Nini Subini, S.Pd
Penyunting : Chrisna Farmadiani
Proofreader : lpg
Desain Cover : Yudan
Layout : Antho
Ilustrator : Blake

Redaksi:

JAVALITERA

Kradenan RT. 10 RW. 69, Maguwoharjo
Depok, Sleman, Jogjakarta 55282
Telp./Fax.: (0274) 4332844
E-mail: redaksi.javalitera@gmail.com

Distributor tunggal:

PT. BUKU KITA

Jl. Kelapa Hijau No. 22 RT. 006/03
Jagakarsa - Jakarta 12620
Telp.: (021) 7888-1850, Faks.: (021) 7888-1860
E-mail: marketingbukukita@gmail.com
Website: www.distributorbukukita.com

Cetakan Kedua, 2013

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Subini, Nini

Kisah Menarik Einstein dan Kawan-kawan / Nini Subini, S.Pd

Cet. 1—Jogjakarta: Javalitera, 2013

204 hlm, 14,8 x 21 cm

ISBN: 978-602-98183-5-2

e-ISBN: 978-623-7170-56-3

1. Sains. I Judul

© Hak Cipta dilindungi undang-undang
All Rights Reserved

PENGANTAR PENERBIT

Dunia pada masa sekarang ini menjadi penuh warna. Bayangkan saja, beberapa puluh tahun yang lalu dunia masih gelap karena belum ada penerangan. Belum ada alat komunikasi yang bisa dimanfaatkan selain sepucuk surat. Belum ada ilmu hitung canggih seperti masa sekarang ini. Namun ketika seorang tokoh fisika seperti Thomas Alva Eddison melahirkan penemuannya berupa lampu, telah membangunkan dunia dari kegelapan. Dunia yang seolah tidur, kembali bangkit menyiratkan tanda-tanda kehidupannya.

Begitu juga ketika seorang ahli fisika Alexander Graham Bell menemukan telegraf hingga berkembang menjadi telepon, *handpone* dan sebagainya. Semua berkat penemuan-penemuan penting para tokoh hebat dunia. Ada banyak tokoh yang ikut andil dalam menyumbangkan hasil penemuannya terhadap kemajuan dunia ini. Semua akan dibahas tuntas tentang siapa mereka dan dedikasi apa yang mereka sumbangkan sehingga mendapatkan hadiah dan penghargaan berupa Nobel dari dunia.

Mengingat begitu pentingnya peranan mereka dalam perkembangan kemajuan di dunia ini, sudah seharusnya kita mengenang mereka. Minimal dengan mengenal siapa mereka, mengingat dan mengenang penemuannya serta meneruskan perjuangannya menguasai ilmu pengetahuan.

Selain membahas tentang siapa dan pengetahuan apa yang telah para tokoh sumbangkan, buku ini juga dilengkapi dengan eksperimen dan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan para ilmuwan, baik berupa hipotesa, pendapat, rumus-rumus, persamaan-persamaan maupun hukum-hukum yang mendukung hasil percobaan. Juga dilengkapi dengan pertanyaan-pertanyaan seputar persoalan baik dalam setiap tokoh maupun tingkat periodenya. Disajikan dengan bahasa yang jelas dan disertai rumus-rumus praktis yang berkaitan dengan hasil eksperimen sehingga memudahkan dalam mempelajari buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi seluruh siswa di Indonesia dan guru di tanah air. Hiduplah pengetahuan dunia.

PENGANTAR PENULIS

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Swt, yang telah melimpahkan karunia nikmat kesehatan, kesempatan sehingga penulis bisa menyelesaikan buku yang berjudul **"66 Tokoh Fisika Sepanjang Sejarah"** ini dengan lancar.

Senang rasanya melihat perkembangan pengetahuan dunia yang sangat pesat sekarang ini. Masih jelas dalam ingatan penulis, waktu kecil belum ada yang namanya *handphone*. Seandainya ada pun baru beberapa orang saja yang memilikinya. Itu pun dengan harga mahal dan bobot yang memberatkan. Begitu juga dengan komputer, masa sekolah penulis yang ada baru mesin ketik manual, belum ada komputer ataupun laptop. Seandainya ada komputer itu pun masih Pentium paling lambat.

Tapi lihatlah bagaimana sekarang, hampir semua orang memegang Hp, mulai dari anak TK, tukang koran bahkan pengemis dan pemulung juga tak mau ketinggalan. Begitu juga dengan laptop, hampir kebanyakan orang mempunyai dari yang ukuran paling mini hingga yang tercanggih sekalipun dengan berbagai merk.

Masa kecil penulis yang ada di desa masih dalam dunia kegelapan karena listrik belum masuk, namun sekarang sudah terang benderang di malam hari karena adanya listrik masuk desa. Termasuk jaringan internet, mulai dari *twitter*, *facebook* dan sosial *network* lainnya.

Sungguh perkembangan yang demikian pesatnya, hanya dalam kurun waktu yang sangat singkat. Oleh karena itulah dalam buku ini, penulis bermaksud mengajak untuk mengenal lebih jauh siapa saja yang berjasa dalam perkembangan dunia pengetahuan dan teknologi, khususnya bidang Fisika. Jangan sampai kita hanya menikmati kemajuan jaman dan tidak pernah tahu siapa yang menyumbangkan pengetahuannya pada perkembangan dunia ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pembaca, terutama bagi mereka yang hendak menjadi ilmuwan fisika dan kimia terkenal, seperti Einstein, Copernicus dan masih banyak fisikawan lainnya.

Dalam hal ini tak lupa penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada Bapak Muhammad Amin Genda Paddusa, yang pernah membuat saya tertarik dengan dunia Fisika, sehingga saya mengenal banyak ilmuwan khususnya bidang fisika. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada penerbit yang telah membantu mewujudkan buku ini. Semoga Allah Swt, yang akan membalas dengan kebaikan yang berlipat. Jayalah Ilmuwan Dunia.

DAFTAR ISI

Pengantar Penerbit	5
Pengantar Penulis	7
Daftar Isi	9
I. PERIODE I	13
1. THALES MILETUS	14
2. PYTHAGORAS	15
3. ANAXAGORAS	18
4. EMPEDOCLES	20
5. LEUCIPPUS	21
6. DEMOKRITUS	21
7. ARISTOTELES	22
8. ARISTARCHUS	24
9. ARCHIMEDES	25
10. CLAUDIUS PTOLEMEUS	35
11. AL-HAITAM	37
12. AL-BIRUNI	40
13. ROGER BACON	42
14. NICOLAS COPERNICUS	43

II. PERIODE II 47

1. GALILEO GALILEI	47
2. JOHANN KEPLER	61
3. OTTO VAN GUERICKE	64
4. EVANGELISTA TORRICELLI	65
5. BLAISE PASCAL	67
6. ROBERT BOYLE	70
7. CHRISTIAN HUYGENS	75
8. ISAAC NEWTON	78
9. GABRIEL DANIEL FAHRENHEIT	85
10. BENJAMIN FRANKLIN	87
11. JOSEPH BLACK	89
12. JAMES WATT	94
13. BENJAMIN THOMSON	96
14. ALESSANDRO VOLTA	96

III. PERIODE III 101

1. THOMAS YOUNG	102
2. ANDRE MARIE AMPERE	105
3. GEORGE SIMON OHM	108
4. GAY LUSSAC	110
5. MICHAEL FARADAY	113
6. JAMES PRESCOTT JOULE	116

7. JAMES CLERK MAXWELL	118
8. THOMAS ALVA EDISON	121
9. JOHN TYNDALL	124
10. RUDOLF JULIUS EMANUEL CLAUSIUS	126
11. LORD WILLIAM THOMSON KELVIN	127
12. GUSTAV ROBERT KIRCHOFF	129
13. JOHN WILLIAM STRUTT RAYLEIGH	133

IV. PERIODE IV 137

1. WILHELM CONRAD RONTGEN	137
2. NIKOLA TESLA	139
3. JOSEPH JOHN THOMPSON	140
4. MAX KARL ERNEST LUDWIG PLANCK	141
5. PIERE CURIE dan MARIE CURIE	143
6. ANTONIE HENRI BECQUEREL	145
7. HENDRIK ANTOON LORENTZ	146
8. ALBERT EINSTEIN	147
9. ERNEST RUTHERFORD	150
10. MARKIS GUGLEELMO MARCONI	152
11. CHARLES THOMASREES WILSON	154
12. FRANCIS WILLIAM ASTON	156
13. ROBERT ANDREW MILLIKAN	157
14. LOUIS VICTOR DE BROGLIE	158

V. PERIODE V	163
1. WERNER HEISENBERG	163
2. OTTO HANN	164
3. G.P. THOMSON	165
4. ENRICO FERMI	166
5. ARTHUR HOLLY COMPTON	167
6. JOLIOT CURIE dan IRENE CURIE	169
7. ERWIN SCHRODINGER	170
8. HANS ALBERT BETHE	170
9. JOHANNES HANS DANIEL JENSEN	171
Kunci Jawaban	173
Glosarium	195
Indeks	199
Daftar Pustaka	201
Tentang Penulis	203

PERIODE I

(... – 1550 M)

Pada zaman dulu (sebelum tahun 1550 M) orang-orang belum banyak memikirkan apa itu penelitian. Mereka masih memikirkan bagaimana dapat memenuhi kebutuhan sehari-harinya. Belum terpikirkan oleh orang-orang pada periode satu, tentang fakta-fakta yang terjadi di alam, meskipun hal-hal kecil seperti mengapa matahari terbit dari timur dan tenggelam di barat, dan sebagainya. Jadi mereka belum memikirkan suatu penelitian tentang alam sehingga juga tidak terpikirkan alat-alat yang akan digunakan untuk penyelidikan.

Pada tahun sebelum 1550 M orang-orang juga masih berpikiran secara dogmatis, yaitu segala sesuatu yang terjadi dihubungkan dengan kepercayaan atau agama pada saat itu. Oleh karena itu apabila ada pendapat yang berbeda atau bertentangan dengan agama atau kepercayaan yang ada maka dianggap salah. Bahkan tidak menutup kemungkinan orang yang mengemukakan pendapat tadi dibunuh, karena telah dianggap menentang ajaran agama dan kepercayaan yang diyakini.

Beberapa tokoh fisika terkenal pada periode ini antara lain : Thales Miletus, Pythagoras, Anaxagoras, Empedocles, Leucippus, Demokritus, Aristoteles, Aristarchus, Archimedes, Claudius Ptolemeus, Al-Haitam, Al-Biruni, Roger Bacon, serta Nicolas Copernicus. Berikut akan dikupas secara tuntas dedikasi apa yang mereka sumbangkan terhadap ilmu pengetahuan dunia.

1. THALES OF MILETUS (624 – 547 SM)

Thales adalah orang yang pertama kali mempertanyakan dasar dari alam semesta dan apa isinya. Ia tidak bisa menerima begitu saja kenyataan bahwa di planet bumi itu ada air, udara, api, angin, kayu, manusia, hewan dan sebagainya. Menurutny semua yang ada di bumi yang bisa ia lihat dianggap sebagai suatu fenomena belaka (gejala).

Dalam pemikiran Thales muncullah pertanyaan "Dari mana sajakah hal-hal yang berbeda dan beragam itu di buat?" Dan jawaban atas pemikiran itupun bermacam-macam. Seperti : semua yang ada itu terbuat dari api. Ada yang menjawab dari tanah, dari air bahkan api.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

1.1 Menurut kalian, terbuat dari apakah hal-hal yang ada di bumi itu?

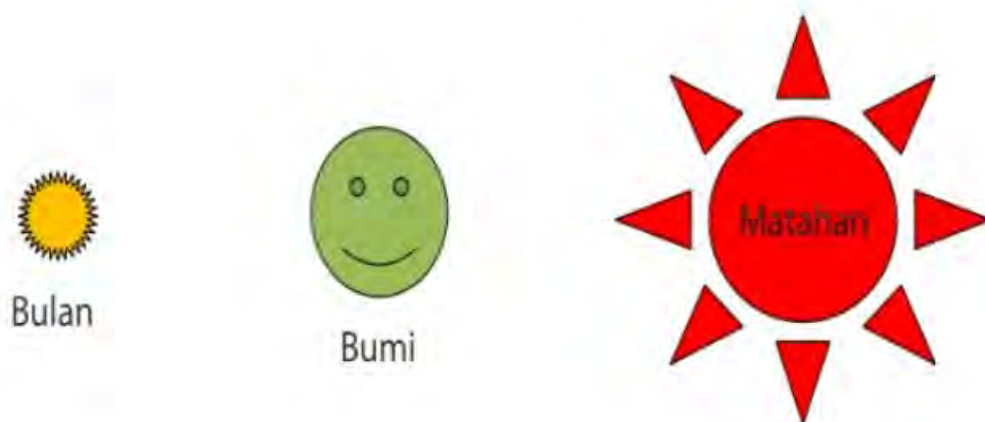
Secara historis, pertanyaan yang diungkapkan Thales pada masa itu hingga kini masih tetap sebagai permasalahan yang terus dipertanyakan. Sebagai contohnya adalah ketika dikenal adanya proton, elektron, neutron dan sebagainya, tetapi masih ada pertanyaan yang muncul, seperti apakah proton itu? Terbuat dari apakah elektron itu? Apakah dasar yang lebih mendasarinya lagi? Dan seterusnya.

Oleh karena itu pertanyaan Thales merupakan suatu permasalahan yang terus-menerus dipertanyakan, sehingga dari sanalah memicu untuk diadakan pemeriksaan, penelitian atau penyelidikan secara terus-menerus juga. Pertanyaan yang secara kontinu dipertanyakan dinamakan sebagai pertanyaan yang signifikan (*a significant question*).

Dalam sejarah ilmu pengetahuan, yang namanya pertanyaan signifikan tidak selamanya menimbulkan rangkaian jawaban yang pada mulanya selalu benar. Terkadang juga jawaban yang diberikan salah namun lambat laun mengalami perbaikan sehingga lama-kelamaan mendekati kebenaran.

Selain memulai dan merumuskan pertanyaan signifikan, dedikasi lain yang disumbangkan Thales adalah pernah meramalkan terjadinya gerhana bulan. Gerhana bulan yang Thales perkirakan ternyata tepat seperti yang diterima pada masa sekarang ini, yaitu posisi bumi berada di tengah-tengah antara bulan dan matahari.

Ramalan Gerhana Bulan menurut Thales Of Miletus



2. PYTHAGORAS (580 – 500 SM)

Begitu mendengar nama Pythagoras, hal pertama dan utama yang diingat kebanyakan orang adalah rumus segitiga siku-sikunya. Ya, memang dialah yang menemukan rumus yang diberi nama "Dalil Pythagoras". Pada intinya dalil Pythagoras mengatakan bahwa "*pada segitiga siku-siku, sisi miring kuadrat sama dengan jumlah kuadrat sisi siku-sikunya*".

Bagaimana awalnya Pythagoras dapat menemukan dalilnya tersebut? Ternyata Pythagoras berhasil merumuskan penemuan pentingnya itu hanya dari bermain di rumah kawannya. Ia mengamati ubin-ubin pada lantai rumah sahabatnya yang berbentuk segi empat (gabungan dari dua segitiga siku-siku).

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

2.1 Tentu kalian sudah hafal dong rumus Pythagoras???
Bisakah kalian Menuliskannya???

Selain dalam bidang matematika (rumus Pythagoras), Pythagoras yang seorang ahli filsafat itu mengemukakan bahwa bumi itu bentuknya bulat dan tidak datar. Menurutny benda bulat merupakan bentuk yang sempurna. Pythagoras juga menyatakan bahwa bumi dikelilingi oleh matahari, bulan, bintang dan planet-planet lain yang bergerak dengan lintasan tetap berupa lingkaran. Dan bumilah yang menjadi porosnya (sumbunya). *Benarkah demikian?*

Suatu hari ketika Pythagoras berjalan-jalan melewati suatu bengkel pandai besi, ia mampir melihat serta mengamati tukang pandai besi yang sedang bekerja dengan martil. Berdasarkan hasil pengamatan yang ia lakukan dapat disimpulkan bahwa semakin pendek pegangan martilnya maka frekuensi nada yang dihasilkan semakin tinggi.

Dari hasil kesimpulannya itulah Pythagoras menemukan persamaan bahwa panjang dawai (senar) mempunyai hubungan erat dengan nada. Jika panjang dawainya dijadikan dua kali semula maka nada yang dihasilkan turun satu oktaf.

Hal ini senada dengan apa yang diteliti oleh ahli fisika yang lain bernama Mersenne. Ia menyelidiki hubungan antara panjang senar

(dawai) dengan frekuensi nada yang dihasilkan. Alat yang digunakan untuk penyelidikan ini dinamakan sonometer. Berdasarkan percobaan yang dilakukan Mersenne diperoleh hasil bahwa semakin panjang senar yang digunakan maka frekuensi yang dihasilkan semakin rendah. Rumus hubungan antara nada (frekuensi) dengan panjang dawai (senar/tali) :

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{A\rho}}$$

Keterangan :

f : Frekuensi nada senar (Hz)

L : panjang tali (senar) (m)

F : Tegangan tali/senar (N)

A : Luas penampang tali (m²)

ρ : massa jenis tali (kg/m³)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

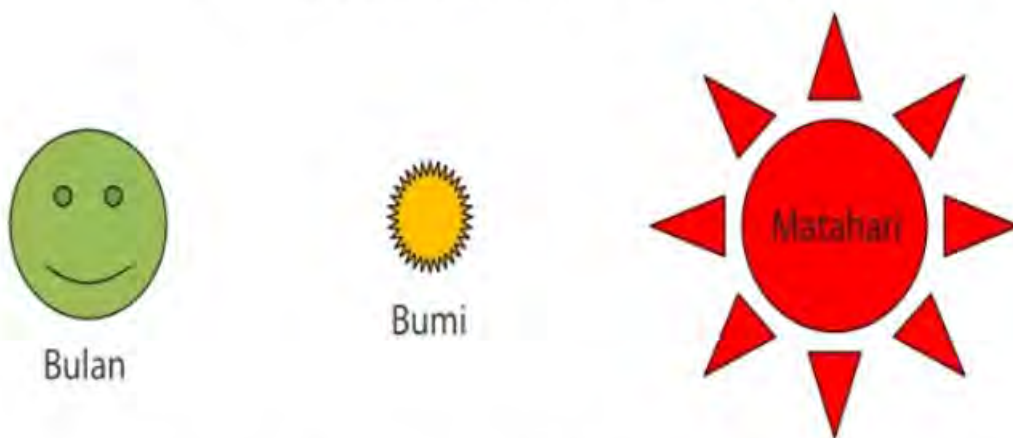
- 2.2. Sebuah segitiga siku-siku panjang sisi miringnya adalah 10 cm. Jika panjang salah satu sisi siku-sikunya adalah 8 cm, berapakah panjang sisi yang lain?
- 2.3. Segitiga siku-siku salah satu sisinya mempunyai panjang 0,3 m. jika sisi miring segitiga itu adalah 0,5 m tentukan panjang sisi lainnya?
- 2.4. Seorang gitaris ingin menjadikan frekuensi nada getar gitarnya menjadi dua kali lebih tinggi dibanding nada semula. Tentukan panjang senar gitar yang ia perlukan?
- 2.5. Jika panjang senar gitar dijadikan setengah kali semula, berapakah frekuensi nada gitar yang dihasilkan.

3. ANAXAGORAS (500 – 428 SM)

Anaxagoras adalah ilmuwan yang berasal dari Yunani. Ia menyatakan bahwa bulan tidak memancarkan cahanya sendiri, melainkan karena cahaya matahari yang dipantulkan bulan ke bumi. Anaxagoras juga mengemukakan seperti apa yang dikatakan Thales bahwa gerhana bulan terjadi karena posisi bumi terletak diantara bulan dan matahari.

Selain gerhana bulan, Anaxagoras juga menjelaskan terjadinya gerhana matahari. Jika posisi bulan berada diantara bumi dan matahari maka akan terjadilah gerhana matahari. Masih menurut Anaxagoras, bahwa matahari seperti batu yang sangat panas sedangkan bulan hanyalah seperti bumi. Namun karena pada periode ini orang-orang tidak percaya pada pendapat yang ia kemukakan maka Anaxagoras pun diusir dari Yunani.

Gerhana Matahari menurut Anaxagoras



Pengetahuan lain yang diungkapkan oleh Anaxagoras adalah bahwa tidak ada benda yang 'hilang' atau 'timbul'. Yang ada hanyalah perpaduan (percampuran) dan penyesuaian dari unsur-unsur asal benda tersebut. Oleh karena itu apabila terjadi perubahan pada suatu zat maka hal itu disebabkan karenanya penggabungan atau

pemisahan partikel yang sangat kecil dan tidak tampak. Partikel yang ada tidak dapat diubah, hanya bentuk, rasa dan baunya yang berbeda-beda.

Berdasarkan pendapat dari Anaxagoras itulah akhirnya muncul "**Hukum Kekekalan Energi**". Bagaimanakah bunyi dari hukum kekekalan energi tersebut?

Hukum Kekekalan Energi

"Energi tidak dapat diciptakan dan juga tidak dapat dimusnahkan".

Dengan kata lain "jumlah energi yang dikeluarkan sama dengan jumlah energi yang dihasilkan". Jadi perubahan bentuk suatu energi (dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain) tidak mengubah jumlah atau besar energi secara keseluruhan.

Atau dirumuskan $EM = EK + EP$

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

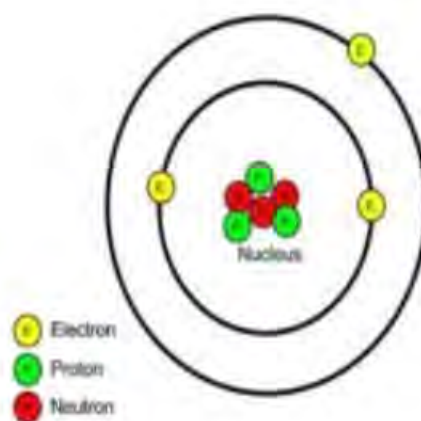
- 3.1 Energi kinetik suatu benda besarnya 150 Joule. Jika energi mekanik yang terjadi adalah 200 Joule, tentukanlah besar energi potensialnya.
- 3.2 Suatu benda mempunyai energi kinetik 450 Joule dan energi potensial 220 Joule. Tentukan besar energi mekanik dari benda tersebut.

4. EMPEDOCLES (484 – 424 SM)

Empedocles adalah tokoh fisika yang dilahirkan di Sicilia. Ia setuju dengan pendapat Pythagoras yang menyatakan bahwa benda tersusun dari unsur api, air, tanah dan udara. Meskipun namanya tidak terlalu terkenal namun Empedocles dianggap sebagai orang pertama yang menggambarkan teori tentang atom. Unsur-unsur terjadi dari bagian-bagian kecil yang bercampur atau sebaliknya mengalami penguraian.

Menurut Empedocles, dua kekuatan gerakan membuat kombinasi unsur atau memisahkan dua benda yang berbeda. Dalam hal ini yang dimaksud dengan kekuatan kombinasi adalah cinta. Dan sebagai kekuatan pemisahan (penguraian) adalah benci. Dua kekuatan inilah yang melengkapi 4 unsur yang membuat kemungkinan terjadinya suatu benda seperti api, tanah, air dan udara.

Gagasan lain yang dikemukakan oleh Empedocles adalah bahwa cahaya senantiasa memerlukan waktu untuk berpindah dari tempat yang satu ke tempat yang lainnya. Namun hal ini masih dalam tahap ungkapan, belum melalui eksperimen yang mendukung.



Sumber : atom-guides.blogspot.com

5. LEUCIPPUS

Leucippus merupakan salah satu tokoh fisika yang berasal dari Miletus (Abdera). Kalau Empedocles adalah tokoh yang mengawali teori atom, maka Leucippus adalah orang pertama yang mempelajari dan mengajarkan atom secara nyata.

Menurut Leucippus, atom merupakan benda paling atau sebagai bagian terkecil dari suatu benda. Setiap benda terdiri dari atom-atom yang terikat atau berkaitan satu sama lain. Karena merupakan bagian paling kecil dari suatu benda maka atom tidak bisa terlihat oleh mata.

6. DEMOKRITUS (460 – 370 SM)

Sama hal dengan Leucippus, Demokritus juga lahir di Abdera pada tahun 460 SM. Karena berasal dari kota yang sama, Demokritus belajar bersama dengan Leucippus. Selain itu ia juga belajar sendiri, melakukan penelitian tentang penyelidikan pada atom.

Bersama dengan Leucippus, Demokritus merumuskan bahwa alam semesta terdiri dari atom dan ruang hampa. Atom sendiri berasal dari kata "*atomos*" yang berarti tidak terbagi karena terlalu kecilnya. Atom merupakan partikel yang tidak tampak, jumlahnya tidak terbatas dan hanya berbeda satu sama lain dalam bentuk, susunan dan kedudukannya.

Secara filosofi Demokritus mengatakan bahwa "menurut kebiasaan adalah manis, menurut kebiasaan adalah pahit, menurut kebiasaan adalah panas, menurut kebiasaan adalah dingin, menurut kebiasaan adalah warna, tetapi pada hakikatnya semua hanyalah atom-atom dan ruang hampa."

Teori atom menurut pendapat Demokritus, bahwa bentuknya beraneka ragam dan secara terus menerus atom bergerak sehingga terjadi tumbukan antar atom sehingga terjadilah pusaran pergerakan yang mirip pusaran air. Dari sanalah muncul bermacam-macam benda, tergantung seberapa banyaknya atom yang ada dalam pusaran tersebut. Di luar itu semua menurut Demokritus hanyalah kehampaan.

Pertanyaan untuk para calon ilmuwan

- 6.1 Apakah perbedaan teori atom yang disampaikan Leucipus, Demokritus dan Empedocles? Jelaskan dengan gambar.

7. ARISTOTELES (384 – 322 SM)

Aristoteles adalah tokoh fisika yang berasal dari Yunani. Ia adalah orang pertama pada saat itu yang membukukan hasil karyanya. Apa yang dilakukan baik pengamatan, penelitian maupun penyelidikan ia tuangkan ke dalam sebuah buku. Kebanyakan dari ahli fisika zaman dulu tidak mempublikasikan hasil penelitiannya. Buku yang banyak ditulis Aristoteles antara lain Metafisika, Biologi, Logika, Politik, Etika dan Estetika.

Aristoteles mempunyai paham yang sama dengan Empedocles tentang adanya empat unsur. Pada keempat unsur tersebut terdapat 4 sifat dasar dari suatu benda yaitu panas, dingin, basah dan kering. Menurutny alam ini terdiri dari unsur tanah yang dingin dan kering, unsur api yang kering dan panas, unsur air yang dingin dan basah serta unsur udara yang panas dan basah.



Dasar pemikiran Aristoteles lebih banyak dari melihat fakta dan pengalaman hidupnya dibandingkan dengan melakukan penelitian. Berikut beberapa pemikiran yang disumbangkan Aristoteles:

- Dalam bidang Metafisika, ia mempelopori pemikiran tentang alam semesta seisinya hingga sekarang tetap terjaga dan terpelihara. Bagaimana hubungan suatu benda dengan sifat-sifat yang mungkin terjadi juga dibahasnya dalam buku metafisika.
- Dalam bidang Mekanika, Aristoteles mengungkapkan bahwa benda-benda yang jatuh akan dipengaruhi oleh beratnya. Menurutnya semakin berat suatu benda maka akan cepat jatuhnya. Pernyataan ini akhirnya terbantahkan oleh ahli fisika pada periode selanjutnya. Siapakah dia? Silakan melanjutkan membaca buku ini untuk mencari tahu jawabannya?
- Dalam bidang astronomi, Aristoteles mengungkapkan teori Geosentris. Menurutnya bumi tidak bergerak dan sebagai pusat dari alam yang dikelilingi matahari dan planet lain termasuk bintang-bintang. Pendapat ini dianggap benar hingga sampai 2000 tahun.
- Pendapat Aristoteles lain adalah tentang ruang hampa udara. Menurutnya ruang hampa itu tidak ada, semua ruang terisi penuh oleh zat. Zat-zat itu terbagi secara terus menerus tak ada akhirnya (atom).

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 7.1 Jelaskan prinsip dari teori Geosentris yang dikemukakan oleh Aristoteles. Benarkah teori tersebut untuk masa sekarang ini?
- 7.2 1 kg kapas dan 1 kg besi dijatuhkan dari ketinggian yang sama. Manakah yang lebih dahulu sampai di tanah? Jelaskan alasannya mengapa?

8. ARISTARCHUS (310 – 230 SM)

Aristarchus adalah seorang ahli di bidang astronomi. Ia tidak setuju dengan pendapat yang diungkapkan Aristoteles tentang prinsip Geosentris. Menurutnya bumi berbentuk bulat dan berputar sendiri pada porosnya sambil mengitari matahari (teori Heliosentris). Hal ini senada dengan pendapat yang diungkapkan Pythagoras.

Aristarchus melakukan pengamatan bintang dan bulan. Menurutnya bentuk bulan adalah bulat. Hal itu berdasarkan pada pengamatan saat terjadi gerhana bulan di mana posisi bumi berada diantara bulan dan matahari. Gerhana bulan terjadi karena bayangan bumi yang 'mencuri' cahaya dari matahari dan menutupi bulan. Bayangan bumi itu selalu lengkung. Berdasarkan pengamatan itulah dapat disimpulkan bahwa bentuk bumi adalah bulat. Karena bayangan lengkung suatu benda hanya mungkin terjadi jika benda itu bentuknya bundar (bulat). Begitu juga dengan benda-benda angkasa lainnya.

Ia juga dapat menentukan ukuran besar kecilnya bulan dan matahari. Menurut Aristarchus ukuran matahari mencapai 180 kali lebih besar dibandingkan dengan bumi. Secara teori, jika ukuran bumi

jauh lebih kecil daripada ukuran matahari maka bumilah yang akan mengelilingi matahari (Teori Heliosentris) bukan sebaliknya. Dengan demikian Aristarchus menentang pendapat yang menyatakan bahwa bumi adalah pusat alam semesta.

Namun karena pada saat itu kepercayaan masyarakat akan kenyataan yang dilihat secara langsung berlainan dengan pendapat Aristarchus maka teori Heliosentrisnya tidak diterima. Menurut masyarakat, kenyataan yang dilihat adalah bukti nyata yang tidak bisa disangkal dengan alat apapun (teleskop). Apalagi pendapat tersebut bertentangan dengan apa yang diungkapkan oleh Aristoteles yang sudah dipercaya di masyarakat saat itu. Akhirnya teori Heliosentris Aristarchus dilupakan orang dan baru muncul kembali setelah dibuktikan oleh Copernicus. Karena itulah teori ini lebih dikenal dengan nama teori Copernicus.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 8.1 Jelaskan perbedaan prinsip dari teori yang diungkapkan oleh Aristoteles dan Aristarchus

9. ARCHIMEDES (287 – 212 SM)

Archimedes dikenal sebagai “Bapak Ilmu Pengetahuan Alam Eksperimental”. Hal ini berdasarkan pada penemuannya yang didapat dari hasil percobaan (eksperimen) yang dilakukannya. Bahkan konon kabarnya saat meninggal pun dalam keadaan melakukan percobaan.

Archimedes adalah seorang tokoh fisika dan matematika yang berasal dari kota Syracuse Sisilia. Ia termasuk salah satu murid Euclides,

seorang ahli Matematika terkenal. Berikut beberapa teori penting yang disumbangkan Archimedes:

- **Hukum Archimedes**

Hukum Archimedes bermula dari perintah Raja Hieron II (Raja Siracusa) untuk membuktikan kemurnian mahkotanya apakah terbuat dari emas murni atau campuran. Setelah berhari-hari memikirkan caranya, akhirnya Archimedes menemukan cara untuk membuktikan kemurnian mahkota raja.

Pada siang hari yang panas, Archimedes memutuskan untuk berendam dalam bak mandi. Air dalam bak diisi penuh. Ketika memutuskan untuk masuk dalam bak, ternyata air dalam bak meluap dan tumpah ke lantai. Sambil keluar dari bak mandi ia berlari dan berteriak ; *"Eureka, eureka* (sudah kutemukan, sudah kutemukan)", tanpa menyadari bahwa dirinya dalam keadaan telanjang. Karena itu tidak mengherankan jika banyak orang yang menyangkanya gila. Archimedes telah berhasil menemukan cara membuktikan kemurnian emas mahkota raja. Hal inilah yang menjadi dasar dari Hukum Archimedes.

Bunyi Hukum Archimedes

"Setiap benda yang dicelupkan ke dalam suatu zat cair maka benda akan mengalami gaya angkat (gaya Archimedes) yang beratnya sama dengan berat zat cair yang tumpah (luber)." Oleh karena itulah berat benda dalam zat cair akan terasa lebih ringan dibandingkan berat di udara.

Hukum Archimedes dapat dirumuskan sebagai berikut:

Keterangan :

$$W_u = W_f + F_A$$

$$W = m \cdot g$$

$$F_A = W_{ft}$$

$$F_A = m \cdot g$$

$$= \rho \cdot v_{bf} \cdot g$$

W_u : Berat benda di udara (N)

F_A : Gaya Archimedes (N)

W_f : Berat benda di dalam fluida (N)

W_{ft} : Berat fluida yang tumpah (N)

ρ : massa jenis (m/s^3)

m : massa (kg)

v_{bf} : volume benda tercelup (m^3)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

Contoh penerapan hukum Archimedes.

Berat benda saat ditimbang di udara adalah 50 N. Sedangkan saat dicelupkan ke dalam air beratnya hanya 39 N. Tentukan besar gaya Archimedes yang dimiliki benda tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui: W_u : 50 N

W_f : 39 N

Ditanyakan F_A ...?

Jawab: $W_u = W_f + F_A$

Maka untuk mencari $F_A = W_u - W_f$

$$\begin{aligned} F_A &= 50 \text{ N} - 39 \text{ N} \\ &= 11 \text{ N} \end{aligned}$$

Percobaan sederhana tentang Hukum Archimedes

Tujuan: Membuktikan Hukum Archimedes

Alat dan bahan

- Beban 4 buah
- Neraca pegas
- Gelas ukur 500 mL
- Air secukupnya

Langkah kerja

- 1) Timbanglah beban yang akan digunakan untuk percobaan dengan neraca pegas (W_{udara}).
- 2) Isilah air dalam beker glass (gelas ukur) kurang lebih 300 mL (V_1)
- 3) Timbang beban dalam air dengan neraca pegas (W_{air})
- 4) Perhatikan dan catat perubahan volume air saat beban ditimbang (V_2)
- 5) Ulangi untuk beban yang lain.

Beban	W_{udara}	$V_{\text{awal}} (V_1)$	$V_{\text{akhir}} (V_2)$	W_{air}	$F_A = W_u - W_{\text{air}}$	F_A perhitungan

Perhatikan F_A hasil percobaan dan F_A hasil perhitungan dengan rumus:

$$F_A = \rho \cdot g \cdot \Delta V$$

$$\rho_{\text{air}} : 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$g : 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta V : V_2 - V_1$$

Kesimpulan

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 9.1 Saat tenggelam di air, mengapa tubuh terasa lebih ringan?
- 9.2 Saat ditimbang di udara berat suatu benda 25 N. Ketika dicelupkan ke dalam air ternyata beratnya hanya 19 N. Berapakah besar gaya Archimedes yang bekerja pada benda tersebut?
- 9.3 Suatu benda saat ditimbang di udara massanya 400 gram. Ketika dicelupkan dalam suatu zat cair massanya 250 gram. Tentukan:
 - a. Gaya angkat yang dialami benda.
 - b. Volume benda yang tercelup.
 - c. Massa jenis benda.

- **Teori Pengungkit dan Pusat Gaya**

Dalam bidang mekanika, Archimedes berhasil menemukan teori pengungkit dan pusat gaya berat. Penggunaan tuas dalam perang dengan menciptakan *crane* (derek) menunjukkan bahwa Archimedes sudah memahami prinsip tuas, yaitu: dua benda yang mencapai keseimbangan berat pada suatu jarak tertentu memiliki besar yang proporsional secara timbal-balik.

Tidak hanya itu, dengan berlandaskan pada teori pengungkitnya bahkan Archimedes pernah mengatakan bisa mengangkat bumi jika ada yang memberikan tempat untuk berdiri. **“Berikan saya tempat untuk berdiri dan saya akan mengangkat bumi”** (*“Give me a place to stand on and I will move the earth”*). Sungguh sebuah penemuan yang luar biasa. Dengan menggunakan pengungkit (tuas) kita dapat mengangkat beban yang beratnya jauh di atas berat badan kita sendiri.

Persamaan Matematika dari teori pengungkit:

Keterangan:

$$L_b \times W_b = L_k \times F_k$$

L_b : Lengan beban (m)

L_k : Lengan kuasa (m)

W_b : Berat beban (N)

F_k : Gaya kuasa (N)

Pertanyaan untuk calon ilmuwan

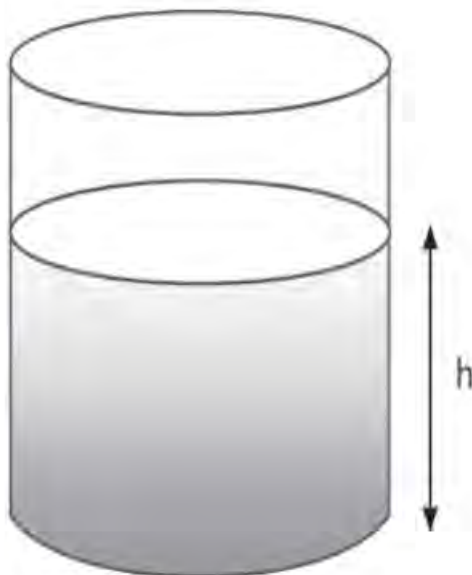
9.4 Andi hendak mengangkat batu yang beratnya 150 kg, sedangkan berat Andi hanya 50 Kg. Tentukan berapa perbandingan jarak beban terhadap pusat pengungkit dengan jarak Andi terhadap titik pengungkit.

- **Hukum Paradoks Hidrostatika**

Dalam hukum Paradoks Hidrostatika yang diungkapkan Archimedes dijelaskan bahwa *"semua titik yang terletak pada suatu bidang datar di dalam zat cair sejenis, akan memiliki tekanan yang sama."* Jadi besarnya gaya tekan tidak tergantung pada berat zat cair dan luas alas tabung yang ditempati zat cair tersebut.

Tekanan suatu titik yang berada di bawah permukaan air disebut dengan tekanan Hidrostatika. Seperti yang disebutkan di atas bahwa tekanan hidrostatika tidak dipengaruhi oleh berat zat cair, melainkan ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

- Massa jenis zat cair (ρ)
- Gaya gravitasi bumi (g)
- Kedalaman zat cair (h)



Perumusan Tekanan Hidrostatik :

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Apabila tekanan udara di sekitar ruangan diperhitungkan maka :

$$P_h = P_o + \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan :

P_h : Tekanan Hidrostatik (N/m^2)

P_o : Tekanan udara di sekitar ruangan/tempat (N/m^2)

ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)

g : Percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

h : kedalaman zat cair (m)

Contoh penerapan paradoks hidrostatik.

Seorang penyelam berada pada kedalaman 5 m dari permukaan air laut. Jika massa jenis air laut 1.200 kg/m^3 . Tentukan besar tekanan yang dialami penyelam.

Penyelesaian :

Diketahui : $h = 5 \text{ m}$

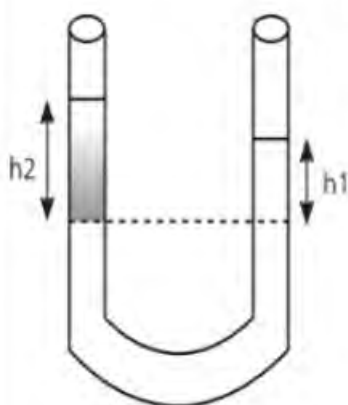
$$\rho = 1.200 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan... P_h ?

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } P_h &= \rho \cdot g \cdot h = 1.200 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} \\ &= 600.000 \text{ N/m}^2 = 6 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika



9.5 Sebuah pipa U diisi minyak pada kaki kiri dan air pada kaki kanan (Perhatikan gambar di samping). Jika kedalaman $h_1 = 4 \text{ cm}$ dan $h_2 = 8 \text{ cm}$, tentukanlah massa jenis minyak.

Diketahui massa jenis air $= 1 \text{ g/cm}^3$

- **Skrup Archimedes**

Archimedes berjasa juga dalam menemukan skrup (ulir) Archimedes. Sebuah alat yang digunakan untuk mengangkat air dengan jalan memutar gagang alat ini dengan tangan. Penggunaan awal alat ini adalah untuk membuang air yang masuk ke dalam perahu atau kapal. Tapi dalam perkembangannya digunakan untuk memompa air dari dataran yang lebih rendah ke tanah yang lebih tinggi. Alat ini sampai sekarang masih dipakai oleh para petani di seluruh dunia.

Saat itu pompa ulir diciptakan untuk mengangkat air dari tempat yang lebih rendah maupun untuk tujuan perang. Memang tidak dapat dihindari bahwa suatu penemuan biasanya akan dipicu oleh suatu kebutuhan mendesak. Cermin pembakar, derek (*crane*) untuk melontarkan panah dan batu atau menenggelamkan kapal adalah penguasaan fisika Archimedes yang dapat dikatakan luar biasa pada masa itu.

- **Katrol (kerek bergantung)**

Penemuan lain yang disumbangkan Archimedes adalah kerek bergantung (katrol). Dalam hal ini katrol berfungsi untuk meringankan pengangkatan benda-benda yang berat.

Eksperimen Archimedes

Balok kayu seberat 100 N



Berat



Ringan

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

9.6 Menurut kalian, apakah semakin banyak jumlah katrol yang digunakan akan membuat benda semakin ringan? Jelaskan alasannya mengapa?

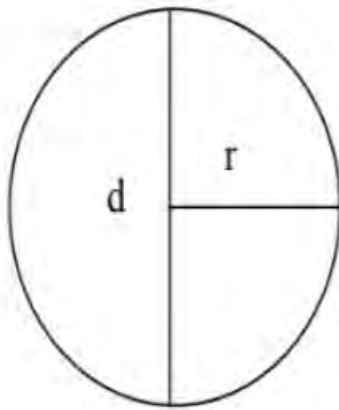
- **Menentukan luas lingkaran dan besar $\pi = 3,14159$**

Dalam bidang matematika, Archimedes adalah orang pertama yang memberi metode menghitung besar π (phi) dengan derajat akurasi yang tinggi. Menghitung besar π dilakukan dengan cara membuat lingkaran diantara dua segi enam. Luas segi enam kecil < luas lingkaran < luas segi enam besar. Dengan memperbesar jumlah segi - Archimedes membuat 96 sisi, diperoleh besaran:

$$3 \frac{10}{71} < \pi < 3 \frac{1}{7}$$
$$(3,14084 < \pi < 3,14285)$$

Selain itu Archimedes berhasil menemukan keliling sebuah lingkaran. Melalui eksperimen berulang kali menggunakan berbagai macam ukuran lingkaran. Mulai dari yang sangat kecil hingga besar, akhirnya Archimedes berhasil menemukan suatu konstanta nilai π besarnya 3,1415 yang berdasarkan nilai keliling lingkaran jika dibagi dengan diameternya selalu menghasilkan $\frac{22}{7}$ atau setara dengan (3,14159).

Setelah berhasil menentukan keliling lingkaran dan nilai tetapan π (phi) sebesar 3,14159, Archimedes berhasil merumuskan luas lingkaran. Berikut rumus mencari luas lingkaran hasil penemuan Archimedes.



$$A = \pi r^2$$

Karena $r = \frac{1}{2} d$, maka

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

A : Luas lingkaran (m^2)

r : Jari-jari (m)

d : Diameter (m)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

9.7 Tentukan luas lingkaran jika diketahui :

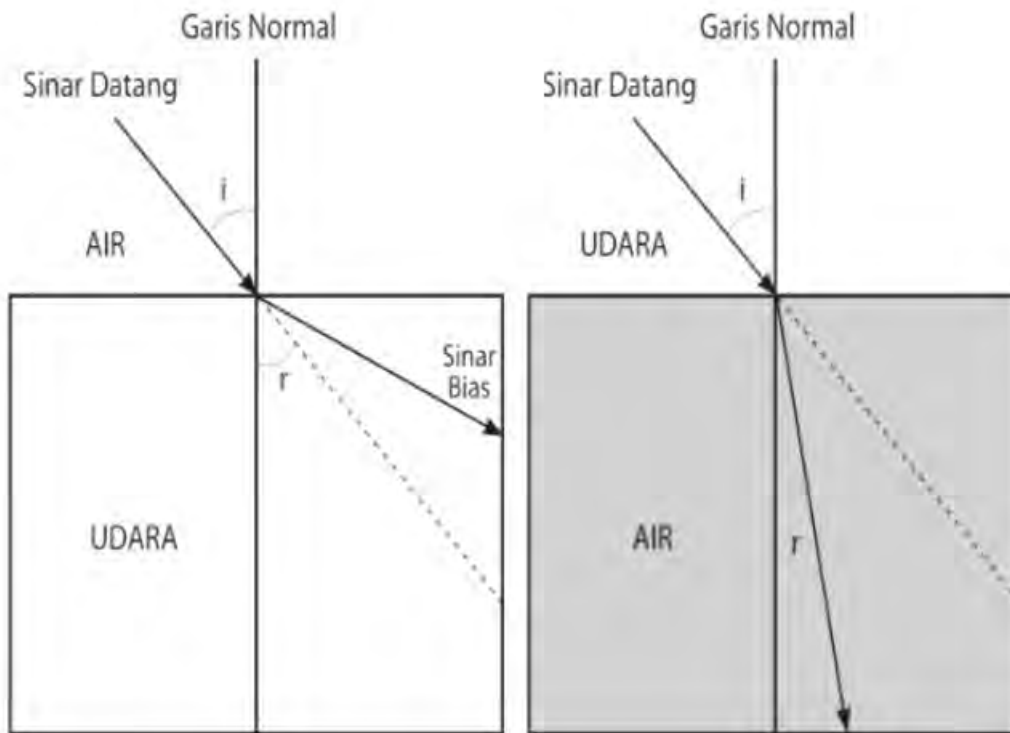
- a. Jari-jari 10 cm
- b. Diameter 7 cm

10. CLAUDIUS PTOLEMEUS (70 – 147 M)

Claudius Ptolemeus merupakan seorang ahli filosofi dari Yunani. Karya besarnya berjudul Syntaxis atau lebih terkenal dengan nama Almagest dari bahasa Arab. Selain itu, teori Claudius Ptolemeus menguatkan pendapat yang sudah ada mengenai teori Geosentris, bahwa bumi merupakan pusat alam semesta. Ia mengatakan bahwa planet-planet beredar mengelilingi bumi dalam orbit lingkaran besar. Selain mengelilingi bumi dengan orbit lingkaran besar, planet-planet juga sambil berputar membuat lingkaran kecil.

Penemuan penting lain dari Ptolemeus adalah dalam bidang optika. Ia pernah menghitung besarnya sudut bias, sudut datang yang dialami suatu cahaya saat melewati suatu medium berbeda. Misalnya cahaya masuk dari udara ke kaca, udara ke air atau dari air ke kaca dan sebagainya.

Gambar Pembiasan Cahaya



Penghitungan besar sudut datang dan sudut bias suatu cahaya:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

Keterangan :

n_{21} : indeks bias relatif medium dua satu

n_1 : indeks bias medium 1

n_2 : indeks bias medium 2

i : sudut datang

r : sudut bias

v_1 : cepat rambat cahaya dalam medium 1

v_2 : cepat rambat cahaya dalam medium 2

λ_1 : panjang gelombang medium 1

λ_2 : panjang gelombang medium 2

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 10.1 Sebutkan 3 hukum pembiasan cahaya!
- 10.2 Seberkas cahaya datang dari udara menuju air. Jika sinar datang membentuk sudut 45° , tentukan besar sudut biasnya. Diketahui indeks bias air $4/3$.
- 10.3 Cepat rambat cahaya di ruang hampa besarnya $3,0 \times 10^8$ m/s, tentukan cepat rambat cahaya di:
 - a. air ($4/3$)
 - b. kaca ($3/2$)
- 10.4 Diketahui indeks bias bensin 1,38, indeks bias kaca kron 1,65, tentukan:
 - a. Indeks bias relatif kaca kron terhadap bensin.
 - b. Indeks bias relatif bensin terhadap kaca kron.

11. AL-HAITAM

Al Haitam adalah ilmuwan besar sekaligus seorang ulama yang nama lengkapnya adalah Abu Ali AL Hasan Ibnu AL Haitam. Ia banyak menulis karya ilmiah dalam bidang fisika, geometri, filsafat dan logika.

Salah satu penemuan Al Haitam menolak teori Ptolemeus dan Euclides yang pernah menyatakan bahwa "mata menerima bayangan dari benda dengan cara menghantarkan sinar tampak ke benda (obyek) tersebut. Sedangkan menurut hasil pengamatan yang dilakukan Al Haitam sebagaimana yang ia tulis dalam bukunya, proses yang terjadi adalah kebalikannya. Bayangan bendalah yang sampai

ke mata (diterima oleh mata) dan diteruskan oleh lensa mata, bukan sinar (cahaya) yang dilepaskan mata dan diterima oleh benda seperti pendapat Ptolemeus. Hal inilah yang kemudian dijadikan sebagai dasar dalam mengembangkan teknik-teknik pada fotografi.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 11.1 Lukiskan proses pembentukan bayangan suatu benda hingga dapat diterima oleh mata. Jelaskan prosesnya.
- 11.2 Sebutkan bagian-bagian dari mata dan jelaskan fungsinya.

Selain menemukan proses pembentukan bayangan yang terjadi pada mata, Al Haitam juga merupakan orang pertama yang merintis penemuan bidang optik. Bagaimana susunan tingkatan sinar, pemantulan cahaya serta perbandingan antara kekuatan dan jarak yang mampu ditempuh oleh sinar (cahaya).

Meskipun peralatan yang ia gunakan untuk penelitian sangat sederhana, Al Haitam dapat menunjukkan bagaimana proses terjadinya bianglala (pelangi). Menurutny bianglala terjadi karena adanya proses refraksi cahaya matahari pada atmosfer. Refraksi adalah suatu proses di mana cahaya dapat dibiaskan. Hal ini terjadi karena cahaya melalui dua medium yang berbeda. Cahaya merambat dari udara dalam atmosfer matahari menembus titik-titik hujan hingga mengalami pembiasan.

Penemuan lain dari Al Haitam adalah proses jalannya sinar dalam cermin lengkung. Menurutny semakin banyak cahaya yang datang (menuju) suatu titik maka titik tersebut akan semakin panas

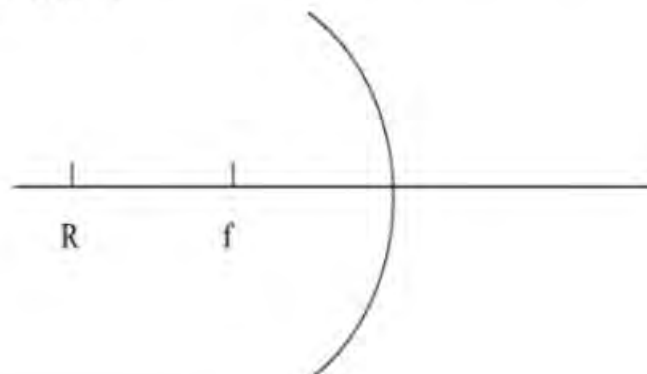
(konvergen). Sebagaimana terkenal saat ini bagaimana jalannya sinar yang mengenai sebuah cermin lengkung.

Sifat-sifat sinar utama pada cermin lengkung:

- Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus (pusat) cermin.
- Sinar datang menuju titik fokus akan dipantulkan sejajar dengan sumbu utama.
- Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan akan dipantulkan kembali melalui titik itu juga.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

11.3 Gambarkan tiga sinar utama pada cermin lengkung berikut ini!



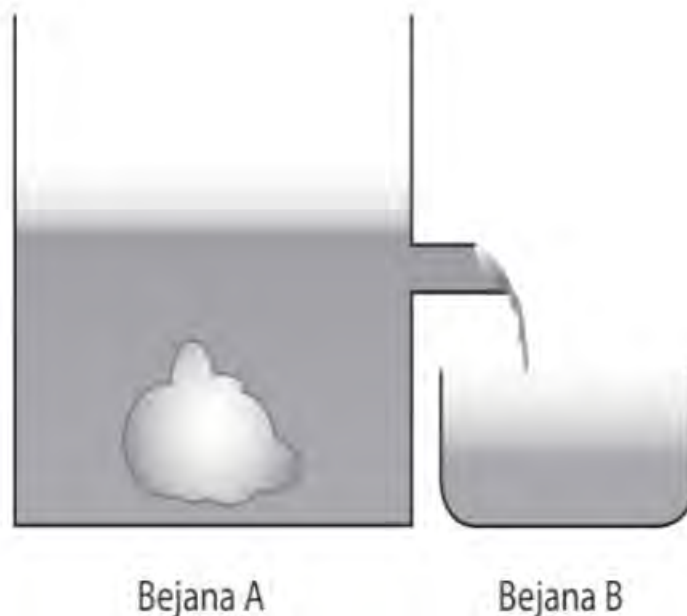
Dalam bidang matematika, nama Al Haitam diabadikan dengan masalah yang berkaitan dengan suatu cara yang menghubungkan dua titik yang berada dalam suatu lingkaran yang saling memotong dan membentuk sudut yang sama dalam lingkaran. Hal ini sering disebut **"Problem Al Hazen"**. Nama Al Hazen diambil dari sebutan nama Al Haitam. Karena semua teori dan eksperimen yang dilakukan Al Haitam dalam fisika sesuai dengan perkembangan ilmu fisika saat ini maka ia disebut sebagai **"Peletak Dasar Ilmu Modern"**.

12. AL-BIRUNI (973 – 1048)

Al Biruni yang lahir di Kath pada 973 termasuk orang yang selalu haus dengan ilmu pengetahuan. Ia tidak pernah terikat dengan hasil eksperimen siapapun, tetapi ia menyelesaikan sendiri setiap permasalahan yang muncul melalui penelitian. Sama dengan Al Haitam, Al-Biruni juga menolak tentang teori yang mengatakan bahwa planet-planet berputar mengitari bumi. Menurut Al Haitam, bumi berputar pada porosnya. Bahkan ia telah berhasil mengukur keliling bumi dari hasil penelitian yang ia lakukan.

Al-Biruni adalah tokoh pertama yang mengemukakan tentang teori berat jenis yang merupakan bilangan murni. Sedangkan pandangan umum saat itu menyatakan bahwa berat jenis merupakan berat persatuan volume. Berikut percobaan yang dilakukan Al-Biruni dalam membuktikan bahwa berat jenis bukanlah berat per volum melainkan sebagai suatu bilangan murni.

Percobaan Berat Jenis Al Biruni



- Isilah bejana A dengan air sampai pada keran (corong)
- Masukkan benda yang hendak dicari berat jenisnya ke dalam bejana A.
- Air akan mengalir dari keran (corong) dan masuk ke dalam bejana B.
- Berat jenis benda sama dengan berat benda di udara dibagi dengan berat air yang masuk ke bejana B.

Berdasarkan hasil eksperimen sederhana yang dilakukan Al Biruni tersebut dapat dirumuskan:

$$\text{Berat jenis benda} = \frac{\text{berat benda di udara}}{\text{berat zat cair yang dipindahkan}}$$

Pada dasarnya prinsip yang digunakan Al Biruni sama dengan percobaan yang dilakukan Archimedes dengan hukumnya yang terkenal dengan sebutan “Hukum Archimedes”. Perbedaannya terletak pada pembahasan tentang adanya gaya yang bekerja pada benda yang dieksperimenkan.

Pertanyaan untuk calon ilmuwan

12. Berat batu saat ditimbang di udara adalah 100 N, kemudian batu dimasukkan dalam air yang penuh sehingga air tumpah seberat 9 N. jika percepatan gravitasi bumi $9,8 \text{ m/s}^2$, tentukanlah berat jenis batu tersebut.

13. ROGER BACON (1214 – 1294)

Roger Bacon adalah salah satu ilmuwan yang mempunyai pengetahuan sangat luas. Hal itu didasarkan pada ensiklopedi yang ditulisnya. Dalam karyanya, antara lain membahas tentang cara membuat mesiu, kacamata, teleskop, kapal bermotor bahkan dasar-dasar pembuatan pesawat terbang. Sehingga tidak mengherankan jika Roger Bacon mendapat julukan “Dokter Mirabilis” atau sarjana yang mengagungkan.

Selain itu ia juga mendapat sebutan “Peniup pupuk di waktu fajar”. Menurutny bahwa jalan satu-satunya untuk mendapatkan pengetahuan adalah dengan mengalami sendiri dan menyelidiki sendiri. Pengalamanlah yang menjadi dasar utama suatu permulaan dan sebagai ujian terakhir bagi semua ilmu pengetahuan.

Bertahun-tahun ia mengadakan eksperimen menggunakan kaca dan lensa untuk membuktikan bagaimana proses mata dapat melihat. Menurut kalian bagaimana suatu benda bisa terlihat oleh mata? Pikirkan jawabanmu dan jadilah ahli fisika periode selanjutnya.

Pendapat Bacon lain yang saat ini dapat dibuktikan kebenarannya adalah tentang daging yang tidak akan busuk bila dibekukan. Waktu ia mengemukakan gagasan seperti itu, Bacon belum bisa membuktikan karena meninggal saat melakukan eksperimen. Namun pendapat itu disetujui banyak orang dengan mengamalkan apa yang dikatakan Roger Bacon.

Pertanyaan untuk calon ilmuwan

13. Menurut pendapatmu, bagaimana mungkin daging tidak akan membusuk saat dimasukkan dalam ruang beku? Jelaskan secara ilmiah.

14. NICOLAS COPERNICUS (1473 – 1543)

Nicolas Copernicus lahir di Polandia pada tanggal 14 Februari 1473. Dari kecil ia sudah menunjukkan bakat kecerdasannya, termasuk ketertarikannya dengan keajaiban alam seperti pada benda-benda langit (ilmu astronomi). Nico ingin menjadi orang terkenal karena penemuannya.

Bermula dari penemuan Colombus yang berhasil menemukan benua baru (Amerika), mendorong Nico untuk menghasilkan suatu karya. Karena ia tertarik dengan dunia astronomi Nico mulai membaca buku terkenal dari ahli fisika sebelumnya Ptolemeus yang berjudul "**Almagest**".

Nico tidak bisa membuktikan apa yang dikatakan Ptolemeus. Ia tidak sependapat dengan apa yang ditulis dalam buku Almagest sehingga memutuskan melakukan penyelidikan terhadap langit selama kurang lebih 3 tahun.

Akhirnya Nico berhasil menemukan sistem Heliosentris, di mana mataharilah yang menjadi pusat peredaran planet-planet, bukan bumi seperti yang dipahami banyak orang kala itu. Menurut Nico, letak planet dapat ditentukan jika menganggap matahari (yang memiliki ukuran jauh lebih besar dibanding planet lain) sebagai titik pusatnya.

Menurut Nico, urutan susunan bola langit adalah Saturnus, Yupiter, Mars, Bumi, Venus dan terakhir adalah merkurius. Selain bola langit, nico juga menyebutkan bahwa bola untuk bulan bulan beredar mengelilingi pusat bumi dan bergerak bersama bumi bagaikan episiklus. Waktu edar untuk Saturnus adalah 30 tahun, Yupiter 12 tahun, Mars 2,5 tahun, Bumi 1 tahun, Venus 9 bulan dan terakhir adalah merkurius 3 bulan.

Nico menuangkan karya terbesarnya itu dalam buku yang berjudul "**Perputaran Alam Semesta**" atau "**De Revolutionibus**

Orbium Coelestium". Menurutny bumi selain berputar pada porosnya bersama planet lain juga mengelilingi matahari. Dalam buku tersebut diawali dari beberapa ketentuan, seperti:

- Bahwa bumi dan benda langit lain berbentuk bola.
- Seluruh alam angkasa merupakan bola
- Semua benda angkasa bergerak secara teratur dalam lintasan berbentuk bundar.

Berkat penelitiannya yang luar biasa itu (hingga kini belum ada teori yang membantahnya), Nicolas disebut sebagai "Bapak Astronomi Modern". Buku "***De Revolutionibus Orbium Coelestium***" menjadi tonggak ditemukannya hukum Newton tentang gravitasi dan juga hukum Kepler 1, 2, 3.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

14. Gambarkan susunan peredaran planet seperti yang dijelaskan pada teori Heliosentris Copernicus.

Soal Evaluasi Periode I

1. Siapakah sajakah tokoh fisika yang mempunyai pendapat bahwa bumi adalah pusat tata surya (pusat peredaran planet-planet)?
2. Jelaskan apa yang kau ketahui tentang perbedaan dari teori Geosentris dan teori Heliosentris. Menurut pengetahuan saat ini, manakah yang benar?
3. Sebutkan tokoh-tokoh fisika yang menentang teori Geosentris!
4. Siapakah yang dianggap pemula penemu atom?
5. Apakah yang dilakukan Archimedes untuk membuktikan bahwa mahkota Raja Hieron II tidak terbuat dari emas murni?
6. Siapakah tokoh fisika yang menyatakan bahwa "semakin berat suatu benda maka akan cepat jatuhnya"?
7. Siapakah yang berhasil menemukan bahwa besar $\pi = 3,14159$? Dari manakah asalnya?
8. Bagaimanakah gerhana bulan dapat terjadi? Siapa sajakah yang melakukan penyelidikan tentang hal ini?
9. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi besar tekanan suatu benda!
10. Siapakah tokoh yang mendapat julukan:
 - a) Bapak Astronomi Modern
 - b) Peletak dasar ilmu-ilmu modern
 - c) Bapak Ilmu Pengetahuan Alam Eksperimental
 - d) Dokter Mirabilis
 - e) Peniup Pupuk di waktu Fajar
11. Sebutkan tokoh fisika yang melakukan penelitian tentang atom!

12. Bagaimanakah urutan tata surya menurut teori Copernicus?
13. Banyak ahli yang menyelidiki tentang optik, sebutkan empat saja!
14. Bagaimanakah proses terjadinya bianglala? Dan siapakah yang telah menyelidiki terjadinya bianglala?
15. Apakah yang dimaksud dengan problem Al-Hazen?
16. Jelaskan bagaimana proses benda bisa sampai terlihat oleh mata!
17. Menurutmu, bagaimana caranya kapal besar seperti "Titanic, Very, dan sebagainya yang begitu berat dapat mengapung di laut?
18. Bagaimana pula pesawat terbang yang kita tahu beratnya beratus-ratus ton dapat mengudara (terbang) terangkat ke atas? Siapakah ilmuwan yang melakukan penelitian masalah seperti ini pertama kali?
19. Kapankah peristiwa gerhana bulan dan matahari dapat terjadi? Dan siapa sajakah yang pernah melakukan penyelidikan masalah gerhana?
20. Mengapa saat berenang tubuh terasa lebih ringan?
21. Ilmuwan manakah yang menyatakan bisa memindahkan bumi jika ia diberi tempat? Bagaimanakah caranya memindahkan bumi yang begitu besar ini?
22. Bagaimanakah cara mencari berat jenis suatu benda?

PERIODE II

(1550 – 1800 M)

Dibandingkan dengan periode I, dalam periode II ini para ahli fisika telah banyak mengembangkan metode penelitian (eksperimen atau pengamatan secara lebih aktual). Jadi dalam menentukan suatu hukum atau asas atau penemuan-penemuan lainnya berdasarkan pada hasil eksperimen yang telah diuji kebenarannya. Oleh karena itulah maka dalam periode dua antara tahun 1550 hingga 1800 disebut juga dengan istilah "***The Rise Experimental Method***".

Pada periode dua ini banyak tokoh terkenal dengan beragam penelitiannya yang tentu saja telah teruji kebenarannya. Ada yang mendukung teori yang ditemukan pada periode satu, tetapi tidak sedikit juga yang menentang karena adanya perbedaan hasil dengan eksperimen yang mereka lakukan. Berikut adalah tokoh-tokoh ilmu pengetahuan yang banyak menyumbangkan karya dalam kemajuan dunia. Antara lain : Galileo Galilei, Johann Kepler, Otto Van Guericke, Evangelista Torricelli, Blaise Pascal, Robert Boyle, Christian Huygens, Isaac Newton, Gabriel Daniel Fahrenheit, Benjamin Franklin, Joseph Black, James Watt, Benjamin Thomson serta Alessandro Volta.

1. GALILEO GALILEI (1564 – 1642)

Galileo lahir di Italia pada tanggal 15 Februari 1564. Sejak kecil ia sudah menunjukkan kepandaianya. Seperti saat malam hari melihat bintang, dalam pikirannya Galileo bertanya, apakah bumi ini seperti

bulan? Apakah bintang itu memancarkan cahayanya sendiri seperti matahari? Lebih dekat matahari atau bintangkah? Dan sebagainya.

Pertanyaan-pertanyaan seperti itu sering muncul dalam benaknya. Dan ketika Galileo berusaha menanyakan pada guru di sekolahnya, gurunya pun tidak ada yang bisa menjawab. Karena itulah Galileo berusaha memecahkan sendiri permasalahan yang ada di kepalanya.

Terinspirasi dari Archimedes yang suka melakukan eksperimen untuk menguji apa yang dipikirkan, Galileo pun mencoba melakukan penelitian terhadap apa yang ia bingungkan. Bahkan ia menganggap bahwa Archimedes adalah gurunya.

Pernah Galileo bertanya pada guru di sekolahnya. "Mengapa kalau benda jatuh selalu ke tanah, tidak pernah ke langit? Mengapa perahu-perahu besar (raksasa) dapat mengapung di atas air? Bukankah kapalnya sangat besar? Kok bisa tidak tenggelam, bagaimana mungkin?" Dan sebagainya. Pertanyaan itu pun tak terjawab oleh gurunya, bahkan guru yang terpandai sekalipun.

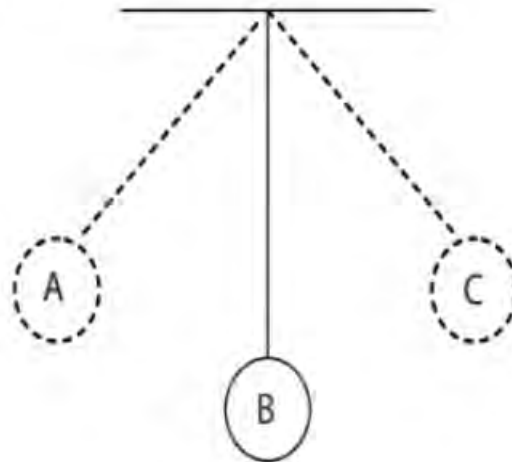
Galileo orang yang mempunyai prinsip. Ia tidak akan mengumumkan pemikirannya atau sekadar menyatakan pendapat tokoh sebelumnya itu benar, sebelum ia melakukan pengujian (eksperimen) sendiri terhadap gagasan tersebut.

Suatu ketika Galileo duduk di sebuah gereja. Ia mengamati sebuah lampu yang tergantung sambil berayun karena baru saja dinyalakan oleh petugas gereja. Dengan saksama ia memperhatikan ayunan lampu tersebut. Galileo mencoba mendorong (mengayunkan) lagi lampu tersebut dan melakukan pengamatan lagi. Hasilnya ia dapat menyimpulkan bahwa waktu yang diperlukan lampu untuk melakukan satu kali ayunan selalu sama.

Pada awalnya ayunan lampu panjang-panjang dan kemudian berangsur memendek. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan

Galileo, baik panjang atau pendek ayunan, diperlukan waktu yang sama untuk satu kali ayunan.

Dengan melakukan eksperimen berulang kali, dapat disimpulkan bahwa panjang atau pendek tali suatu ayunan maka makin kecil waktu yang diperlukan untuk satu kali ayunan. Dengan demikian ayunan akan bergerak semakin cepat.



Untuk mencari waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali ayunan, maka digunakan rumus berikut:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Keterangan :

T : Periode (sekon atau detik)

l : panjang tali atau ayunan (m)

g : percepatan gravitasi (m/s²)

Eksperimen sederhana

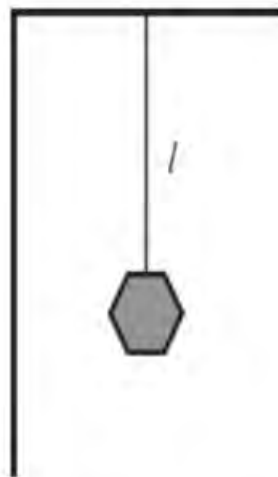
Tujuan: Menentukan besar percepatan gravitasi bumi.

Alat dan bahan:

- beban
- Tali
- Papan penyangga
- Stop watch
- Penggaris

Langkah kerja:

1. Ikatkan beban pada ujung tali
2. Ukurlah panjang tali sesuai yang diinginkan (lihat tabel)
3. Ikatkan ujung tali dalam papan penyangga (seperti gambar)!



4. Ayunkan beban sebanyak 10 kali ayunan dan catatlah waktunya.
5. Ulangi percobaan sebanyak lima kali.
6. Hitunglah besar percepatan gravitasi bumi berdasarkan data hasil percobaan.
7. Ubah ukuran panjang tali sesuai tabel.
8. Ulangi percobaan no 3 – 6. Tulislah kesimpulan yang kalian dapatkan

DATA HASIL PERCOBAAN

NO	Panjang Tali (l)	Jumlah Getaran (n)	Waktu (t)	Periode (T) $T = t/n$	Percepatan Gravitasi (g)
1	40 cm				
2	40 cm				
3	40 cm				
4	40 cm				
5	40 cm				
1	50 cm				
2	50 cm				
3	50 cm				
4	50 cm				
5	50 cm				
1	60 cm				
2	60 cm				
3	60 cm				
4	60 cm				
5	60 cm				

Diketahui rumus mencari periode getar suatu benda: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Sehingga rumus percepatan gravitasi bumi (g) bisa dihitung.

Kesimpulan hasil percobaan:

.....

.....

.....

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 1.1 Berdasarkan gambar di atas, jelaskan yang dinamakan satu kali ayunan?
- 1.2 Jelaskan apa yang dimaksud dengan:
 - a. Periode
 - b. Frekuensi
- 1.3 Jika frekuensi sebuah ayunan adalah 2 Hz, tentukan periode ayunan tersebut!
- 1.4 Jika periode ayunan sebuah bandul adalah 1 sekon berapakah panjang tali ayunan yang diperlukan?

Prinsip ayunan bandul yang ditemukan Galileo dikenal dengan nama “Isochronism” yang artinya keseragaman waktu. Prinsip ini dimanfaatkan dalam berbagai hal, seperti mengontrol waktu dari jam-jam, pengukuran gerakan bintang-bintang, bahkan sebagai awal dari dinamika pengetahuan mutakhir sekarang ini yang berkaitan dengan hukum-hukum gerakan dan kekuatan. Sebagai contohnya adalah penemuan Christian Huygens yang berhasil membuat jam pertama setelah membaca laporan penelitian dari Galileo tentang ayunan bandul tersebut.

Gagasan lain yang dikemukakan oleh Galileo adalah tentang bumi yang tidak datar. Menurutnya bumi berbentuk seperti bola raksasa. Meskipun demikian kita tidak akan jatuh saat mengelilinginya. Seperti disebutkan dalam gambar di samping.



Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 1.5 Kalau benar bumi berbentuk bola raksasa, mengapa saat posisi kita di permukaan bagian bawah bumi, kita tidak jatuh? Jelaskan alasannya secara ilmiah.

Pusat bumi mempunyai kekuatan ajaib yang dapat disebut dengan “gaya berat”. Setiap benda mempunyai berat, meskipun pusat dari titik berat tidak selalu di tengah-tengah benda. Apabila titik berat suatu benda berada di atas maka benda akan mudah rebah karena mempunyai titik berat yang tinggi. Namun sebaliknya jika suatu benda mempunyai titik beratnya di bagian bawah maka benda tidak akan mudah rebah karena titik beratnya rendah. Prinsip inilah yang sekarang digunakan untuk membuat (merancang) sehingga diciptakannya kendaraan bertingkat yang bisa dilihat di beberapa kota besar.

Galileo merupakan salah satu ilmuwan yang menolak teori yang dikemukakan Aristoteles bahwa *“benda yang lebih berat akan lebih cepat jatuhnya dibandingkan dengan dengan benda yang ringan”*. Menurut Galileo setelah dilakukan eksperimen ia menyimpulkan bahwa *“benda dari bahan yang sama namun memiliki tahanan berbeda, mempunyai kecepatan yang berbanding terbalik dengan tahanannya.”*

Dari hasil percobaan yang dilakukan Galileo dapat disimpulkan bahwa kecepatan benda sampai di tanah adalah sama. Dalam hal ini kecepatan benda jatuh itu setiap detiknya dapat dihitung. Dalam ruang hampa, benda yang jatuh akan menempuh jarak yang besarnya berbanding lurus dengan kuadrat waktunya. Jika dituliskan dalam rumus maka persamannya adalah:

$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

Keterangan :

s = Jarak (ketinggian awal benda) (satuan dalam SI adalah meter)

g = Percepatan gravitasi (di bumi besarnya $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

t = waktu (sekon)

Sedangkan untuk mencari kecepatan yang ditempuh benda setiap detiknya dirumuskan dengan:

$$V_t = g t$$

Keterangan:

V_t = Kecepatan yang ditempuh benda setelah t detik (m/s)

g = Percepatan gravitasi (di bumi besarnya $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

t = waktu (sekon)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 1.6 Sebuah palu jatuh dari atap bangunan. Jika palu sampai di tanah dalam waktu 5 detik, tentukan tinggi bangunan tersebut!
- 1.7 Sebuah bola jatuh dari ketinggian 78,4 m. Tentukanlah:
 - a. Waktu yang diperlukan bola untuk sampai di tanah?
 - b. Kecepatan bola saat menyentuh tanah.

Selain pengetahuan di atas, ilmu lain yang disumbangkan Galileo adalah menemukan alat pengukur suhu pertama kali yang disebut dengan **termometer**. Eksperimen yang dilakukan Galileo berdasarkan pada teori tentang benda-benda yang akan menyusut jika dipanaskan dan sebaliknya, jika dikeringkan akan menyusut. Termometer berasal dari bahasa Yunani, *thermos* yang berarti panas, dan meter yang berarti ukuran.

Bersama mahasiswa-mahasiswanya, Galileo melakukan percobaan untuk menentukan zat apa yang paling cocok untuk mengisi termometer. Dengan menggunakan tabung kaca yang khusus tahan terhadap panas. Pada salah satu ujungnya, tabung itu berbentuk bola dan ujung yang lain dibiarkan terbuka dengan lubang yang sempit. Pada ujung tabung yang berbentuk bola digenggam kurang lebih satu menit hingga udara dalam tabung menjadi hangat.

Selanjutnya pada ujung tabung yang berlubang sempit dicelupkan ke dalam gelas yang berisi air. Genggaman pada ujung tabung dilepaskan sehingga udara dalam tabung menjadi dingin kembali dan air naik dalam pipa tabung. Pipa pada tabung diberi garis-garis dan angka (skala). Dari percobaan ini Galileo menyimpulkan bahwa air bukanlah cairan yang baik untuk mengisi sebuah termometer. Hal ini dikarenakan air akan membeku pada musim dingin.

Eksperimen berlanjut dengan menggunakan berbagai macam zat cair. Zat cair selanjutnya yang digunakan adalah alkohol. Dipilih alkohol karena tidak membeku saat didinginkan hingga beberapa derajat di bawah nol. Tetapi alkohol sendiri merupakan cairan yang cepat mendidih. Akhirnya Galileo dan mahasiswa-mahasiswanya mencari zat yang lambat dalam membeku dan lama juga dalam mendidih.

Setelah mencoba mencari zat cair apakah itu, dipilihlah air raksa atau sering disebut raksa saja sebagai cairan pengisi termometer.

Hal ini disebabkan karena titik beku raksa rendah yaitu $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didih yang sangat tinggi yaitu $357\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jika ingin mengukur suhu tinggi maka digunakan termometer air raksa, sedangkan untuk mengukur suhu yang sangat rendah menggunakan termometer alkohol.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 1.8 Sebutkan kelebihan dan kekurangan masing-masing dari alkohol dan air raksa sebagai zat termometrik (cairan pengisi termometer)
- 1.9 Berapakah titik beku alkohol sehingga dipilih sebagai zat termometrik?

Selain menemukan termometer yang pertama kalinya, Galileo juga terinspirasi untuk membuat teleskop. Teleskop yang berarti 'jauh' dan 'lihat'. Jadi teleskop berguna untuk melihat benda-benda yang sangat jauh. Teleskop buatan Galileo pertama kali hanya memiliki perbesaran 9 kali dari besar benda yang akan dilihat. Setelah itu ia juga membuat teleskop dengan perbesaran hingga 30 kali bahkan 33 kali dari besar benda yang dilihat dengan mata telanjang.

Dengan teleskop yang ia buat, Galileo mengamati bulan. Berdasarkan hasil pengamatannya itu ia mengemukakan bahwa di bulan terdapat gunung dan kawah-kawah. Ia juga menyimpulkan bahwa bumi dan bulan tidak memancarkan cahayanya sendiri tetapi memantulkan cahaya yang diterima dari matahari. Menurut Galileo, bintang-bintang yang tampak kecil itu salah satunya disebabkan letaknya yang lebih jauh dibandingkan dengan letak planet-planet lain.

Selain mengamati bulan, Galileo juga mengamati planet Jupiter dengan teleskop buatannya. Berdasarkan hasil pengamatannya itu dapat dikatakan bahwa planet Jupiter memiliki bulan sebanyak 4 buah. Karena sering melakukan pengamatan terhadap planet-planet, bintang dan bulan, Galileo menuangkan pengetahuannya dalam sebuah buku yang berjudul "*Message from Stars*" atau Utusan Bintang-bintang.

Dalam bukunya itu Galileo menyatakan kebenaran dari teori Heliosentris yang dikemukakan oleh Copernicus. Bahwa bumi berputar pada porosnya sambil mengitari matahari. Jadi matahari lah yang menjadi pusat peredaran tata surya. Dengan kata lain, Galileo menolak teori dari prinsip Geosentrisnya Aristoteles.

Dari penyelidikannya menggunakan teleskop, Galileo juga menemukan bahwa Venus adalah planet terdekat dengan Bumi karena cahayanya paling cemerlang. Merkurius dan Venus juga berputar mengelilingi matahari. Pada waktu malam hari atau subuh kedua planet ini sering terlihat dekat dengan matahari.

Penemuan lain yang disumbangkan oleh Galileo adalah "**Cincin Saturnus**". Menurut Galileo berdasarkan pengamatan yang ia lakukan, selain Jupiter, Saturnus juga memiliki bulan yang besar sebanyak dua buah. Namun setahun kemudian, bulan tersebut tampak mengecil hingga di tahun berikutnya menghilang (tidak tampak). Bulan tampak lagi di tahun berikutnya dengan lintasan masing-masing bulan hampir seperti lingkaran. Inilah yang sering dinamakan dengan "cincin saturnus".

Dalam bukunya yang berjudul "*Letters on the Sunspots*" atau surat-surat tentang bintik-bintik matahari. Salah satu isi buku itu menjelaskan bahwa matahari berputar lambat dalam sumbunya, dan

bumi juga berputar mengelilingi matahari. Buku itu ia tulis setelah melakukan eksperimen pada matahari menggunakan teropongnya. Galileo melihat adanya beberapa bintik matahari yang bergerak lambat dan memerlukan waktu selama 25 hari untuk melakukan satu kali putaran.

Selain menciptakan alat untuk melihat benda-benda yang sangat jauh letaknya, tebersit pikiran dalam diri Galileo untuk menemukan alat yang bisa digunakan untuk melihat benda-benda yang sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Alat ini sekarang terkenal dengan nama '**mikroskop**', yang artinya "kecil dan lihat".

Mikroskop merupakan alat dengan perbesaran bayangan sangat tinggi dibandingkan dengan lup. Pada mikroskop digunakan dua buah lensa positif yang dekat dengan benda atau disebut sebagai lensa objektif, dan yang dekat dengan mata atau disebut lensa okuler. Karena menggunakan dua lensa positif yang sifatnya memperbesar bayangan maka perbesaran bayangan pada mikroskop terjadi sebanyak dua kali.

Untuk mata normal (mata biasa tidak berakomodasi) perbesaran yang terjadi sebagai berikut:

1. Perbesaran oleh lensa Objektif

$$M_{ob} = \frac{S'_{ob}}{S_{ob}}$$

2. Perbesaran oleh lensa Okuler

$$M_{ok} = \frac{S_{ok}}{F_{ok}}$$

Sedangkan untuk mata berakomodasi maksimum perbesaran yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Perbesaran oleh lensa Objektif

$$M_{ob} = \frac{S'_{ob}}{S_{ob}}$$

2. Perbesaran oleh lensa Okuler

$$M_{ok} = \frac{S_{ok}}{F_{ok}} + 1$$

Keterangan:

M_{ok} : Perbesaran lensa okuler

M_{ob} : Perbesaran lensa objektif

F_{ok} : Jarak fokus lensa okuler

F_{ob} : Jarak fokus lensa objektif

S_{ob} : Jarak benda ke lensa objektif

S_{ok} : Jarak benda ke lensa okuler

S'_{ob} : Jarak bayangan ke lensa objektif

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

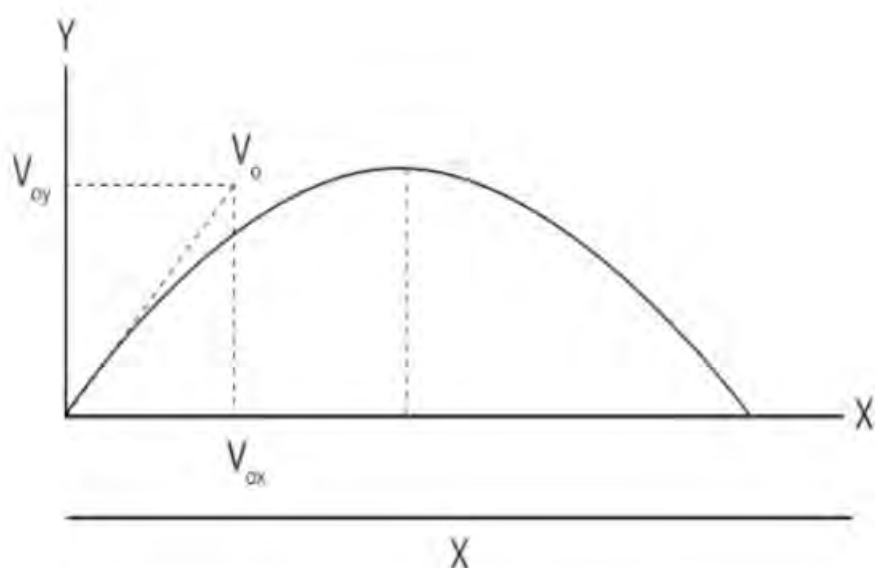
1.10 Sebuah mikroskop mempunyai panjang fokus lensa okuler 3 cm dan jarak fokus lensa objektif 5 mm. jika suatu benda ditempatkan 8 mm di depan lensa objektif, tentukanlah perbesaran mikroskop jika dilihat dengan:

- a. Mata biasa
- b. Mata berakomodasi maksimum

Galileo juga melakukan pengamatan terhadap gerakan sebuah peluru. Menurut Galileo, gerakan pada peluru berupa lintasan yang berbentuk parabola. Jika peluru ditembakkan ke atas dengan sudut kemiringan tertentu maka peluru akan jatuh setelah menempuh

lintasan berupa parabola. Berdasarkan hal tersebut akhirnya juga dapat dihitung letak (jarak) jatuhnya gerakan suatu peluru tersebut.

Gambar lintasan gerak parabola (gerak peluru)



Rumus-rumus yang berlaku dalam gerak parabola:

Mencari ketinggian $Y = V_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$ Mencari jarak terjauh (jarak maksimum) $X_m = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\alpha$ Mencari tinggi maksimum $Y_m = \frac{V_0^2}{2g} \sin^2 \alpha$ Waktu untuk mencapai tinggi maksimum $t_m = \frac{V_{0y} \sin \alpha}{g}$	Keterangan Y = ketinggian (m) V_{0y} = kecepatan sumbu y (m/s) t = waktu (s) g = percepatan gravitasi (m/s²) X_m = jarak maksimum α = sudut v_0 = kecepatan awal (m/s) Y_m = tinggi maksimum (m) t_m = waktu maksimum (s)
--	--

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 1.11 Sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan 15 m/s dengan sudut elevasi 30°. Tentukanlah:
- 1) Waktu yang diperlukan peluru hingga jatuh ke tanah.
 - 2) Jarak terjauh yang dicapai peluru
 - 3) Tinggi maksimum peluru

Berdasarkan pada banyaknya penemuan yang dilakukan melalui percobaan (eksperimen) maka tidak mengherankan jika Galileo mendapat julukan sebagai '**Bapak Zaman Eksperimental**' dan orang yang meletakkan dasar-dasar metode ilmu pengetahuan modern. Galileo meninggal dengan segudang penemuannya yang sangat berguna bagi berlangsungnya kehidupan di dunia ini.

2. JOHANN KEPLER (1571 – 1642)

Kepler lahir di Jerman pada tanggal 27 Desember 1571. Sejak kecil ia sudah "berkenalan" dengan dunia langit dan isinya (benda-benda langit). Bagaimana tidak, saat umur enam tahun Kepler sudah menyaksikan munculnya Komet (bintang berekor). Pada umur 9 tahun bersama sang ayah mengamati terjadinya gerhana bulan.

Penemuannya yang terkenal adalah tentang orbit planet yang kita kenal dengan sebutan 'Hukum Kepler'. Berkaitan dengan penemuannya tentang orbit planet, Kepler menuangkannya dalam buku. Buku yang pertama berjudul "*Mysterium Cosmographicum*" atau juga dikenal dengan judul "*The Mystery of the Universe*". Buku kedua yang ia terbitkan berkaitan dengan penglihatannya terhadap bintang

"Supernova" atau juga dikenal dengan "Bintang Kepler". Buku tersebut diberi judul "De Stella Nova".

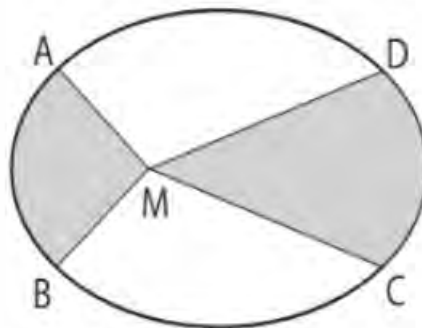
Buku karya Kepler selanjutnya adalah "Astromia Nova". Dalam buku ini berisi tentang bagaimana perumusan hukum Kepler. Berikut perincian hukum yang ditemukan oleh Kepler.

HUKUM KEPLER 1

"Orbit planet berbentuk ellips dengan Matahari terletak pada salah satu titik fokus ellips itu"

HUKUM KEPLER 2

"Semua revolusi planet, garis yang menghubungkan pusat planet dan matahari dalam jangka waktu yang sama, akan melintasi luas bidang yang sama juga"



AB = Perihelium

CD = Aphelium

HUKUM KEPLER 3

"Kuadrat periode orbit planet berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak rata-ratanya dari matahari."

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

$\frac{T_1}{T_2}$ = waktu yang diperlukan untuk satu kali revolusi mengelilingi matahari.

$\frac{r_1}{r_2}$ = jarak rata-rata planet ke matahari.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 2.1 Apakah yang dimaksud dengan Aphelium dan Perihelium?
- 2.2 Jelaskan perbedaan rotasi dan revolusi?
- 2.3 Menurut pendapatmu, apakah Matahari berotasi? Apakah matahari juga berevolusi? Jelaskan!
- 2.4 Apakah yang menyebabkan planet-planet tetap pada orbitnya saat mengitari Matahari dan tidak terjadi tabrakan antarplanet?
- 2.5 Sebuah planet A memerlukan periode mengelilingi matahari selama 12 tahun. Tentukan berapa lama periode planet B yang memiliki perbandingan jarak ke matahari dengan planet A ($A : B = 4 : 9$)
- 2.6 Jika diketahui perbandingan periode revolusi planet K dan planet L adalah $5 : 2$, tentukan jarak planet L ke matahari jika jarak planet K ke matahari adalah 9,6 satuan astronomi.

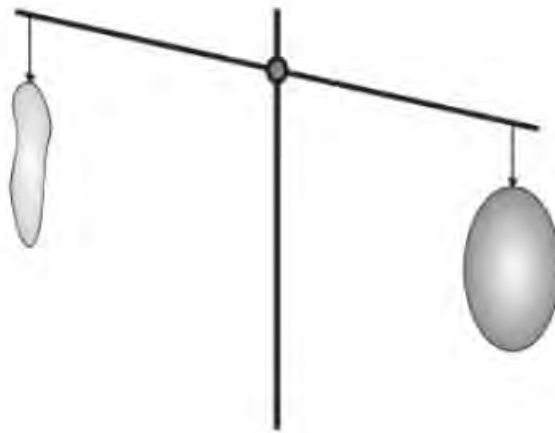
Kita harus membangun sebuah kapal untuk mengarungi samudra angkasa di alam semesta. (Kepler)

3. OTTO VAN GUERICKE (1602 – 1686)

Otto Van Guericke adalah salah satu ahli fisika yang berasal dari negara Jerman. Beberapa penemuan pentingnya antara lain:

- Pada tahun 1650 berhasil membuktikan bahwa ruang hampa udara dapat diciptakan. Ia melakukan eksperimen dengan membuat pompa udara untuk mengosongkan ruangan hingga terjadi hampa udara. Pada tahun 1672 ia menerbitkan buku berjudul *"De Vacue Spatio"* yang berisi eksperimennya tentang adanya ruang vakum (ruang hampa udara).
- Membuktikan bahwa udara mempunyai massa dan tekanan. Guericke melakukan percobaan dengan menggunakan cangkup pompa udara yang berisi sebuah bel. Bel dibunyikan sambil udara dipompa keluar. Ternyata lama kelamaan bunyi bel melemah (berkurang) seiring dengan berkurangnya udara dalam cangkup pompa. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit jumlah udara maka tekanannya juga semakin berkurang.
- Tahun 1663 berhasil menciptakan generator listrik statis yang pertama. Generator buatan Guericke terdiri dari sumbu dan bola belerang. Bola tersebut diletakkan pada sumbu sehingga dapat berputar bersama sumbu. Pada saat Guericke menggosokkan bermacam-macam benda pada bola belerang tersebut, untuk benda-benda tertentu mendapat muatan listrik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa ternyata listrik dapat memijarkan bola belerang.
- Dalam bidang astronomi, Guericke berpendapat bahwa **"Komet adalah anggota sistem tata surya yang akan tampak secara berkala."** Pendapat ini berhasil dibuktikan pada kemudian hari oleh seorang ahli astronomi asal Inggris yang bernama Edmund Halley. Untuk menghargai penemu komet maka dinamakan **"Komet Halley"**.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika



3. Apa yang dapat kamu simpulkan dari gambar di atas???

4. EVANGELISTA TORRICELLI (1608 – 1647)

Salah satu murid dari Galileo adalah Torricelli. Ia lahir di Italia pada tanggal 15 oktober 1608. Eksperimennya yang terkenal adalah tentang **“Percobaan Torricelli”**. Tujuan utama dalam percobaan Torricelli adalah untuk mengukur besar tekanan udara pada berbagai tempat.

PERCOBAAN TORRICELLI

Alat dan bahan yang dibutuhkan:

- Tabung kaca kecil panjang 1 meter
- Raksa
- Bejana

Prinsip kerja:

- 1) Isi tabung kaca dengan raksa
- 2) Tutup ujung tabung kaca yang terbuka dengan jari.
- 3) Masukkan tabung kaca ke dalam bejana yang sudah diisi raksa dalam keadaan terbalik.
- 4) Lepaskan jari yang menutup ujung tabung kaca.
- 5) Perhatikan hasilnya.
- 6) Lakukan berulang kali untuk menunjukkan kevalidan data.

Berdasarkan percobaan yang dilakukan Torricelli di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Tinggi raksa dalam tabung selalu tetap yaitu sekitar 76 cm Hg atau $\frac{1}{13,6}$, sehingga tekanan raksa 76 cm Hg disebut dengan tekanan atmosfer.
- Membuat alat pengukur tekanan udara yang pertama.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 4.1 Disebut apakah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara pada berbagai tempat?
- 4.2 Konversikan satuan tekanan berikut:
1 bar = N/m²
1 atm = mm Hg = cm Hg
1 Pa = N/m²

5. BLAISE PASCAL (1623 – 1662)

Blaise Pascal yang terkenal dengan nama Pascal saja. Lahir di Prancis pada tanggal 19 Juni 1623. Semasa kecilnya Pascal tidak pernah mendapatkan pendidikan secara formal. Namun ketertarikannya pada dunia Fisika dan Matematika tidak dapat diragukan lagi. Meskipun demikian ayah Pascal (Etienne Pascal) tidak menyukai dunia yang berhubungan dengan matematika. Karena menurutnya matematika itu pelajaran yang sukar dan dapat mengganggu pikiran anaknya. Maka dari itu buku yang berkaitan dengan Matematika, ia singkirkan dari Pascal.

Namun seorang calon ilmuwan terkenal tidak kehilangan akal. Ketika sang ayah pergi bekerja, Pascal berusaha mencari tahu tentang ilmu matematika. Menurutnya matematika sangat diperlukan dalam berbagai kegiatan sehari-hari. Oleh karena itulah keinginannya untuk mengetahui lebih detail dunia matematika sangatlah kuat. Diam-diam tanpa sepengetahuan ayahnya, Pascal belajar sendiri apa itu matematika.

Karena kemauannya yang keras itulah maka tidak mengherankan jika pada umur 12 tahun Pascal sudah dapat menemukan bahwa jumlah semua sudut adalah suatu segitiga selalu tetap, yaitu 1800. Ia melakukan eksperimen dengan mengukur berbagai macam bentuk segitiga, mulai segitiga siku-siku, lancip, runcing, sama sisi dan juga dengan sembarang bentuk segitiga. Sejak saat itulah ayahnya mengizinkan Pascal dan tidak lagi melarangnya untuk belajar matematika.

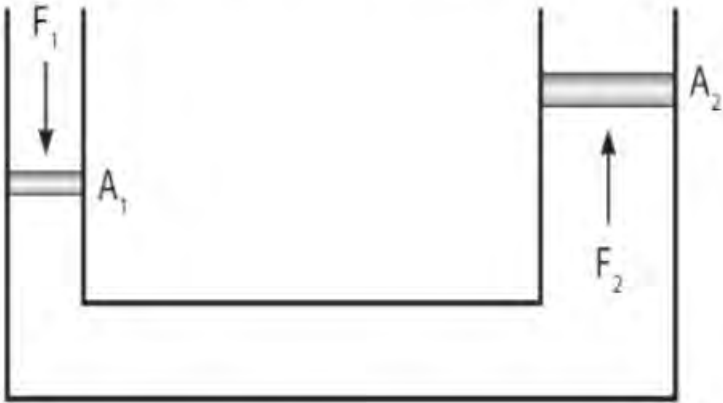
Percobaan lain yang dilakukan Pascal adalah yang berkaitan dengan ilmu Fisika. Pascal melakukan eksperimen yang berhubungan dengan tekanan, baik tekanan udara maupun tekanan air. Salah satu

percobaannya yang terkenal sampai sekarang adalah tentang **“Hukum Pascal”**. Diberi nama Hukum Pascal karena menghargai penemunya yaitu ‘Pascal.’

Eksperimen Hukum Pascal dilakukan di Paris pada tahun 1646. Hampir mirip dengan percobaan yang dilakukan Torricelli, bedanya hanya pada alat yang digunakan. Kalau Toricelli menggunakan tabung kaca kecil sepanjang 1 meter, Pascal memakai pipa kaca sepanjang 46 kaki yang berisi anggur merah.

Selain itu percobaan Hukum Pascal dilakukan dengan alat penyemprot Pascal. Pada alat penyemprot menunjukkan bahwa semburan air yang keluar dari setiap lubang penyemprot tekanannya akan sama. Pascal menyimpulkan bahwa tekanan yang diberikan zat cair pada suatu ruangan tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama rata atau tekanannya sama besar di setiap tempat.

Penerapan hukum pascal dilakukan dalam berbagai hal, seperti pada alat suntik, kempa hidrolik serta kalkulator digital. Secara matematis, hukum Pascal dinyatakan sebagai berikut:



$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ \frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} \end{aligned}$$

Keterangan: P_1 = Tekanan pada pipa kecil (N/m^2)
 P_2 = Tekanan pada pipa besar (N/m^2)
 A_1 = Luas penampang pipa kecil (m^2)
 A_2 = Luas penampang pipa besar (m^2)

Contoh:

Sebuah dongkrak hidrolik memiliki perbandingan luas penampang kecil dan besar 2 : 5. Jika pada penampang kecil diberi gaya tekan sebesar 30.000 N, tentukan berat beban yang dapat diangkat oleh dongkrak.

Jawab:

Diketahui: $A_1 = 2 \text{ m}^2$ $A_2 = 5 \text{ m}^2$ $F_1 = 30.000 \text{ N}$

Ditanyakan $F_2 = ?$

$$\begin{aligned}\text{Penyelesaian: } F_2 &= \frac{F_1}{A_1} \times A_2 \\ F_2 &= \frac{30.000}{2} \times 5 \\ F_2 &= 75.000 \text{ N}\end{aligned}$$

Jadi berat beban yang mampu diangkat oleh dongkrak tersebut adalah seberat 75.000 N.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 5.1 Dongkrak sebuah mobil memiliki diameter pada penampang kecil sebesar 5 cm sedangkan pada penampang besar 12 cm. Jika penampang kecil ditekan dengan gaya 150 N, tentukan gaya angkat pada penampang besar?
- 5.2 Perbandingan diameter penampang besar dan kecil sebuah dongkrak adalah 10 : 1. Tentukan besar gaya tekan minimal yang diperlukan dongkrak jika beban yang diangkat sebesar 1.000 N.

Eksperimen lain yang dilakukan Pascal adalah dengan menggunakan balon berisi udara. Balon itu kemudian dijatuhkan dari puncak sebuah gunung. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan Pascal, ternyata semakin rendah balon dari permukaan tanah, semakin mengecil volumenya. Menurut Pascal dan iparnya F. Perier hal ini menunjukkan bahwa tekanan udara berbeda-beda pada setiap ketinggian.

Bersama ilmuwan lain bernama Fermat, Pascal berhasil menemukan **teori probabilitas** atau **teori kemungkinan**. Teori ini mereka temukan dari permainan kartu yang selalu dilakukan Pascal saat menderita penyakit kanker. Memang sejak kecil kesehatannya amat lemah sehingga lemah dan mudah sakit. Namun siapa yang menduga dibalik penderitaannya karena sakit kanker justru menemukan teori probabilitas.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 5.3 Dari sejumlah dadu, tentukan besar peluang terambilnya:
- a) Mata dua
 - b) Mata tiga
 - c) Mata enam

6. ROBERT BOYLE (1627 – 1691)

Robert Boyle lahir di Irlandia dari kedua orangtua yang sangat terkenal di daerahnya. Boyle termasuk anak yang sangat cerdas dan rajin belajar. Terutama belajar bahasa latin dan bahasa Prancis. Ia juga senang membaca. Buku-buku yang ditulis ilmuwan terkenal seperti

seorang ahli matematika Decrates dan ahli fisika yang bernama Galileo, habis menjadi santapannya sehari-hari. Bahkan karena terlalu pintarnya ia merasa bosan dengan sekolahnya dan memutuskan untuk keluar. Akhirnya Boyle belajar sendiri di rumahnya dengan dibimbing seorang guru.

Boyle mendirikan laboratoriumnya sendiri pada tahun 1654. Bersama temannya yang bernama Robert Hooke, Boyle menemukan bahwa *bunyi tidak dapat merambat melalui tabung hampa udara*. Hal ini ia simpulkan berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan oleh Guericke tentang pompa hampa udara.

Pada tahun 1660, Boyle menulis dan menerbitkan buku tentang percobaannya tentang kepegasan udara. Judulnya *"New Experiments...touching the spring of the air"*. Suatu eksperimen yang bertujuan mencari hubungan antara tekanan dan volume suatu gas yang berada dalam suatu ruangan tertutup. Untuk membuktikan hal ini, Boyle mengulangi percobaannya hingga 40 kali.

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan Boyle saat itu, dapat disimpulkan bahwa *"pada suhu tetap, hubungan antara volume gas dalam suatu ruangan tertutup berbanding terbalik terhadap tekanannya"*. Atau dengan kata lain *"semakin besar tekanan yang diberikan maka volume gas menjadi lebih kecil (sedikit) dan sebaliknya. Semakin kecil tekanan yang diberikan maka volume gas yang diperlukan semakin besar"*.

Kesimpulan dari percobaan yang dilakukan Boyle tentang hubungan antara volume suatu gas dengan tekannannya tersebut sering dikenal dengan nama **"Hukum Boyle"**. Namun karena ahli fisika lain yang "Edme Mariotte" saat itu juga melakukan percobaan yang sama dengan Boyle maka Hukum Boyle sering juga disebut **"Hukum Boyle-Mariotte"**.

Perumusan Hukum Boyle

$$P \cdot V = \text{CONSTANTA}$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Keterangan

P_1 = Tekanan awal (atm)

V_1 = Volume mula-mula (m^3)

P_2 = Tekanan akhir (atm)

V_2 = Volume akhir (m^3)

Contoh.

Dalam ruangan tertutup suatu gas yang volumenya 1 liter diberi tekanan dengan 5 atm. Tentukan volume gas yang terjadi saat gas ditekan dengan 4 atm.

Jawab.

Diketahui: $P_1 = 5 \text{ atm}$

$V_1 = 1 \text{ liter}$

$P_2 = 4 \text{ atm}$

Ditanyakan $V_2 = ?$

Penyelesaian:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$5 \text{ atm} \cdot 1 \text{ liter} = 4 \text{ atm} \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{5 \text{ atm}}{4 \text{ atm}} 1 \text{ liter}$$

$$V_2 = 1,25 \text{ liter.}$$

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 6.1 Helium 1 liter pada tekanan 1 atmosfer ditekan hingga volumenya menjadi 2 kali semula, berapakah tekanan yang diperlukan ?
- 6.2 Suatu gas dalam ruang tertutup bila volumenya dijadikan empat kalinya, berapa besar tekanan akhirnya?
- 6.3 Hitung volume akhir yang terjadi jika 10 liter helium pada tekanan 0,1 atmosfer mendapat tekanan lagi 0,2 atmosfer ?
- 6.4 Pada tekanan 4 atm volume gas besarnya 10L. jika tekanannya dijadikan 2 atm tentukan volumenya sekarang?
- 6.5 Tekanan suatu gas dijadikan dua kali semula. Tentukan volume akhir gas tersebut!

Selain melakukan penyelidikan tentang hubungan volume dan tekanan suatu gas, Boyle juga melakukan eksperimen tentang paradoks hidrostatik. Hal ini senada dengan percobaan yang dilakukan oleh ahli fisika lain yaitu Archimedes. Menurut Boyle *"besarnya gaya tekan zat cair pada dasar tabung tidak tergantung pada berat zat cair tersebut dalam tabung, tetapi tergantung pada ketinggian zat cair dan luas dasar tabung yang ditempatinya."* Bagaimanakah perumusan paradoks hidrostatik? Silahkan membaca tokoh fisika sebelumnya yang membahas tentang penelitian yang sama dengan Boyle.

Penemuan lain dari Boyle adalah adanya arus (muatan) listrik pada rambut yang kering. Hal ini termasuk konsep percobaan sederhana yang bisa kita lakukan dalam kehidupan sehari-hari.

Eksperimen sederhana adanya arus listrik pada rambut kering.

- Ambillah penggaris plastik panjang (ukuran 30 cm)
- Gosokkan pada permukaan kulit hingga terasa sedikit panas.
- Dekatkan dengan rambut yang kering
- Lihatlah apa yang terjadi.

Percobaan ini juga bisa dilakukan dengan kertas yang dipotong kecil-kecil menggantikan rambut. Kertas kecil akan menari-nari di bawah arus listrik yang dimuati penggaris.

Sumbangan pengetahuan lain dari Boyle adalah menemukan konsep atom. Hal ini dikarenakan ia dapat membedakan manakah yang termasuk unsur, senyawa dan campuran. Boyle juga dapat membedakan mana yang termasuk golongan asam, basa dan alkali. Asam lemah, basa lemah, asam kuat dan basa kuat sehingga tidak mengherankan jika Boyle mendapat julukan sebagai **“Bapak Ilmu Kimia”**.

Pada tahun 1661 Boyle menuliskan buku tentang atom yang berjudul *“Sceptical Chymist”* atau **“ahli kimia yang sanksi”**. Hal ini ia lakukan karena menyangkal pendapat Aristoteles yang mengatakan bahwa semua benda terdiri dari unsur air, tanah dan udara. Sedangkan menurut Boyle semua benda terdiri dari atom. Mengapa ada banyak benda yang berbeda di sekitar kita itu tidak lain karena adanya susunan, jumlah, kedudukan dan gerakan atom-atom. Ini seperti apa yang diungkapkan oleh tokoh lain yaitu Demokritus.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

6.6 Jelaskan apa yang kamu ketahui tentang:

- Asam
- Basa
- Alkali

6.7 Apakah perbedaan dari unsur, senyawa dan campuran?
Berikan contohnya.

6.8 Manakah yang termasuk unsur, senyawa dan campuran?

Besi, air, udara, gula, air garam, teh, emas, belerang, kopi.

6.9 Manakah yang termasuk asam kuat, basa kuat, asam lemah dan basa lemah?

HCl , H_2SO_4 , NaOH , NH_4OH , H_3PO_4 , CH_3COOH

7. CHRISTIAN HUYGENS (1629 – 1695)

Christian Huygens adalah tokoh dalam bidang fisika, matematika dan juga astronomi. Ia lahir di Belanda pada tanggal 14 April 1629. Berikut beberapa penemuan yang dikemukakan oleh Huygens.

o Teori Undulasi gelombang

Dalam teori ini dinyatakan bahwa *"titik yang didatangi oleh usikan akan menimbulkan sumber getar baru"*. Karena yang menemukan teori undulasi adalah Huygens maka tak jarang juga dinamakan "Azas Huygens". Azas Huygens berpangkal pada hipotesis:

- Bahwa sinar cahaya adalah suatu gelombang yang merambat.
- Seluruh ruang alam terdapat zat yang dapat mengantarkan perambatan cahaya.

o Jam bandul pertama

Huygens berhasil menemukan jam bandul pertama yang digunakan di seluruh dunia. Termasuk jam-jam bandul yang dapat kita jumpai di berbagai toko jam, yang memiliki ide pertamanya adalah Huygens.

o Konsep Kuantitatif

Menurut Huygens “jika partikel-partikel bergerak dengan kecepatan yang sama melalui lingkaran yang sama maka gaya sentripetal yang satu dengan yang lainnya akan sebanding dengan besar massa partikel tersebut.”

Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$F_s = \frac{m v^2}{r}$$

F_s = gaya sentripetal (N)

m = massa partikel (kg)

v = kecepatan (m/s)

r = jari-jari (m)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 7.1 Apakah yang kau ketahui tentang gaya sentripetal?
- 7.2 Bagaimana hubungan antara gaya sentripetal dan percepatan sentripetal?
- 7.3 Ke manakah gaya sentripetal mengarah?
- 7.4 Sebuah bola yang massanya 500 gram diikatkan pada tali yang panjangnya 120 cm. Jika bola diputar dengan kecepatan 12 m/s tentukan gaya tegang yang dialami tali tersebut?

o Teori polarisasi dan difraksi cahaya

Menurut Huygens cahaya itu dapat dipolarisasikan dan didifraksikan. Polarisasi cahaya adalah hilangnya sebagian cahaya karena peristiwa penyerapan (*absorpsi*) oleh dua bidang batas zat optik. Jika arah getar cahaya sembarang maka disebut sebagai cahaya biasa atau cahaya tak terpolarisasikan. Tetapi jika cahaya hanya mempunyai satu jenis arah getar dan arah getar tersebut tegak lurus dengan arah rambatannya cahaya maka dinamakan cahaya terpolarisasi linear. Sedangkan difraksi cahaya adalah pelenturan cahaya atau pembelokan cahaya karena melalui lubang yang sempit. Sebagai contoh cahaya tak terpolarisasi adalah cahaya matahari.

Namun pendapat Huygens tentang cahaya terpolarisasi dan dapat didifraksikan saat itu kalah dengan pendapat Newton yang mengatakan bahwa cahaya itu merambat lurus. Sudah menjadi ciri khas periode ini bahwa siapa pun yang disukai maka apa pun pendapat atau teori yang dikemukakan akan selalu dianggap benar (meskipun tidak selalu benar). Maka tidak mengherankan jika Teori Huygens baru berkembang setelah kurang lebih 100 tahun.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 7.5 Bagaimana suatu berkas cahaya dapat didifraksikan dan dipolarisasikan? Jelaskan dengan gambar!
- 7.6 Selain polarisasi dan difraksi, sebutkan sifat-sifat gelombang cahaya yang lain. Jelaskan pula maksudnya.

8. ISAAC NEWTON (1642 – 1727)

Satu lagi ahli fisika terkenal yang mempunyai masa kecil suram karena kebodohnya. Selain Thomas Alva Edison, Newton juga termasuk anak yang malas belajar (bodoh). Karena kebodohnya itulah tak jarang Newton diejek oleh teman-temannya, bahkan ia dikucilkan. Hingga akhirnya umur 12 tahun Newton berhasil membuat kincir air. Kincir air tersebut dicoba pada anak sungai dan di atas permukaan air ternyata dapat berputar seperti roda.

Selain membuat kincir air, Newton juga membuat kincir angin. Kincir angin tersebut ia hubungkan dengan atap sebuah toko obat. Apabila angin bertiup kincir angin berputar dengan cepat. Dan ketika angin berhenti bertiup kincir angin tetap berputar meski tidak sekuat saat ada hembusan angin. Mengapa demikian? Tidak lain karena Newton telah memasukkan dua ekor tikus ke dalam kincir angin buaatannya. Sejak saat itulah banyak orang memuji kepintarannya termasuk teman-teman sekolah yang dulu mengejeknya.

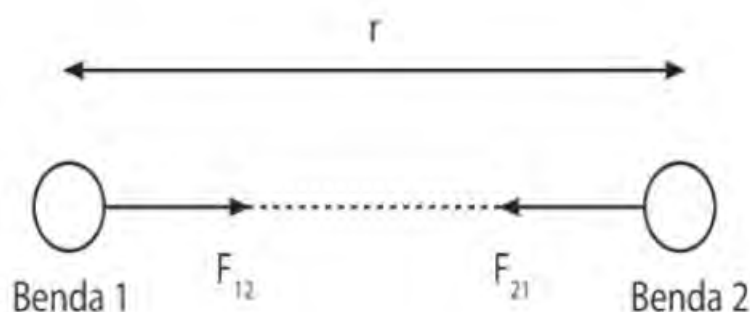
Penemuan Newton lainnya adalah tentang ***“Teori Binomial”***. Teori ini ia temukan saat masih menjadi mahasiswa atas bimbingan seorang professor matematika yang bernama Isaac Barrow. Memang selain ahli dalam bidang fisika, Newton juga mahir dalam bidang matematika. Selain menemukan teori binomial, Newton juga menyelesaikan elemen-elemen kalkulus differensial. Kalkulus adalah pelajaran tingkat tinggi dari matematika, salah satunya adalah membahas integral dan diferensial. Untuk siswa-siswa saat ini banyak yang mengeluh tentang sulitnya materi integral dan differensial. Namun Newton yang awalnya dicap sebagai anak bodoh dapat menuntaskan masalah berat ini. Sungguh hal yang luar biasa.

Dalam bidang fisika, Newton berhasil menjelaskan tentang **“misteri efek prisma”** terutama terhadap sinar warna putih. Penemuan terbesarnya adalah tentang adanya gravitasi umum. Sebuah cerita lama mengabarkan bahwa pada saat Newton jalan-jalan di sebuah kebun karena memikirkan mengapa bulan bergerak mengelilingi bumi, gagasan tentang gaya gravitasi ini muncul.

Ketika Newton sedang duduk beristirahat, saat itu ada buah apel jatuh dari pohonnya. Dalam benak Newton muncul pertanyaan, mengapa apel ini jatuhnya ke bawah? Tidak jatuh ke langit atau ke samping atau ke atas? Menurutnya apel ini bisa jatuh ke bawah karena ada tarikan dari bumi. Tidak mungkin apel akan jatuh ke suatu tempat tanpa ada yang menyebabkan ia jatuh.

Menurut Newton pasti ada gaya tarik yang bekerja dari suatu materi (benda) ke bagian benda yang lain (dalam hal ini adalah apel). Kemudian hal ini ia hubungkan dengan gaya tarik antara matahari dan bintang-bintang yang beredar. Penyelidikan ini terkenal dengan sebutan **“Hukum Gravitasi Umum atau Gaya Tarik Umum”**.

Bunyi hukum gravitasi Newton antara lain sebagai berikut: *“Besarnya gaya tarik menarik suatu benda berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antar keduanya”*.



Persamaan matematis dari hukum gravitasi Umum Newton adalah:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Keterangan:

F = gaya tarik menarik (N)

G = konstanta gravitasi umum = $6,673 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$

m_1 = massa benda 1 (kg)

m_2 = massa benda 2 (kg)

r = jarak antar kedua benda (m)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 8.1 Tuliskan dimensi dari konstanta gravitasi G!
- 8.2 Mengapa buah kelapa jatuhnya selalu ke bawah?
- 8.3 Mengapa kincir air Newton dapat berputar saat diletakkan di atas permukaan air sungai yang mengalir?
- 8.4 Mengapa kincir angin buatan Newton terus dapat berputar meskipun angin tidak bertiup?
- 8.5 Jelaskan yang dimaksud dengan teori binomial yang ditemukan Newton?
- 8.6 Dua buah proton terpisah sejauh 10^{-11} m satu sama lain. Jika massa proton = $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ tentukanlah besar gaya tarik menarik antara kedua proton tersebut?
- 8.7 Dua buah benda langit masing-masing bermassa 2.000 kg awalnya diam dan terpisah sejauh 15 m. Tentukan percepatan awal kedua benda tersebut!

Penemuan lain yang dilakukan Newton adalah berupa **teleskop reflektor**. Teleskop hasil temuan Newton merupakan teleskop terbaik saat itu, meskipun banyak tokoh lain yang juga menemukan alat ini. Hal ini disebabkan karena teleskop yang ditemukan Newton tidak mengalami gangguan khromatis sehingga tak terjadi pecahan warna pada pinggiran bayangan teleskop.

Newton juga melakukan penelitian tentang cahaya. Menurut Newton warna-warna spectrum bisa didapat dengan cara menguraikan cahaya putih dengan memantulkan ke prisma. Dan untuk mendapatkan cahaya putih kembali dari spektrum warna dilakukan dengan menggunakan prisma lainnya.

Berkaitan dengan penelitian Newton terhadap cahaya menggunakan prisma, ia menuliskan buku (paper) yang berjudul "*Phylosophycal Transactions*". Paper tersebut menyimpulkan bahwa *warna cahaya putih merupakan campuran semua warna dalam pelangi (merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu)*. Dalam paper ini juga menyebutkan tentang sifat-sifat cahaya, antara lain sebagai gelombang.

Selain menggunakan prisma dalam melakukan penelitian tentang cahaya, Newton juga memanfaatkan teleskop reflektor yang telah dibuatnya. Dengan perbesaran hingga 30 sampai 40 kalinya Newton menemukan bahwa *"bila berkas cahaya sejajar jatuh pada sisi datar sebuah lensa konveks yang sisi cembungnya ditempelkan pada lempeng kaca datar maka karena adanya peristiwa pemantulan cahaya maka terjadilah cincin-cincin terang dan gelap."* Cincin terang dan gelap inilah yang terkenal dengan sebutan Cincin Newton.

Semua ide pengetahuan yang berhubungan dengan fisika ia tuliskan secara lengkap dalam buku yang dinamakan "PRINCIPIA" atau *Philosophia Naturalis Prinsipia Mathematica*". Pada Principia

dituangkan dalam beberapa paper "*De Motu Corporum*" yang terbagi dalam beberapa jilid, antara lain:

Jilid pertama : fenomena gerakan alam, pengertian impuls, momentum, massa, gaya, dan lain-lain.

Jilid kedua : semua kejadian yang berhubungan dengan gaya.

Jilid ketiga : contoh penggunaan teori-teorinya, hukum gravitasi, hidrodinamika, gerakan gelombang, dll.

Sampai sekarang ini ide pengetahuan Newton yang juga tidak kalah terkenal adalah yang diberi nama "**Hukum Newton**" yang terdiri dari tiga poin. Pada intinya antara lain sebagai berikut:

Hukum I Newton (Hukum Kelembaman)

"Sebuah benda dalam keadaan diam atau bergerak dengan kecepatan konstan akan selalu diam atau akan terus bergerak dengan kecepatan tetap, kecuali jika ada gaya luar yang bekerja padanya."

$$\Sigma F = 0$$

Hukum II Newton

"Percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya."

$$\Sigma F = m \cdot a$$

Hukum III Newton (aksi reaksi)

"Ketika suatu benda memberikan gaya pada benda kedua maka benda kedua akan memberikan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah dengan benda pertama"

$$F_{\text{aksi}} = F_{\text{reaksi}}$$

Keterangan:

F = gaya (N)

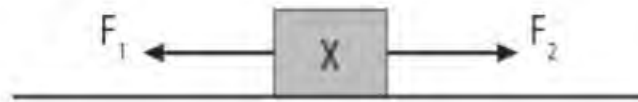
m = massa (kg)

a = percepatan (m/s^2)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 8.8 Apakah yang dimaksud dengan kelembaman?
- 8.9 Sebutkan contoh penerapan hukum Newton ke I, II dan III dalam kehidupan sehari-hari!
- 8.10 Sebuah benda yang massanya 4 kg berada dalam bidang datar licin. Jika benda didorong dengan gaya 10 N? Tentukan percepatan benda tersebut!
- 8.11 Balok yang diam bermassa 8 kg berada di atas lantai licin. Kemudian balok didorong selama 5 sekon dengan gaya 12 N. tentukanlah:
 - Percepatan yang dialami balok.
 - Kecepatan gerak balok.

8.12 Pada lantai licin diletakkan benda yang massanya X kg. Pada benda bekerja gaya masing-masing $F_1 = 28$ N dan $F_2 = 43$ N (seperti gambar). Jika percepatan yang dialami benda sebesar 3 m/s^2 , tentukanlah massa benda tersebut?



Penelitian besar Newton lainnya dituangkan dalam karya ilmiah yang berjudul "OPTICS". Di dalamnya berisi berbagai eksperimen yang telah ia lakukan dengan alat-alat seperti prisma, lensa, teleskop, film tipis, termasuk peristiwa refraksi cahaya, dan sifat-sifat dari warna.

Melihat hasil eksperimen dan penelitian Newton yang begitu besar terhadap alam tidak lantas menjadikannya sebagai orang yang sombong karena kepondainnya. Newton justru semakin rendah hati. Kekagumannya terhadap keagungan alam ciptaan Tuhan membuatnya semakin kuat dalam kepercayaan pada sang pencipta. Menurutnya alam semesta tidak begitu saja diciptakan-Nya, oleh karena itu banyak hal yang dapat kita gali dari keadaan alam. Akan sia-sia rasanya jika kita tidak bisa memahami alam.

Kecintaan dan pengetahuannya terhadap alam menjadikan landasan pemikiran tersendiri baginya. Hal inilah yang dijadikan sebagai hukum dasar pertimbangan ilmiahnya. Berikut hukum dasar pertimbangan ilmiah yang ada dalam pemikiran Newton sehingga menjadi ilmuwan besar sepanjang sejarah:

- Pada dasarnya alam adalah sederhana. Oleh karena itulah untuk dapat menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi di alam

sedikit mungkin menggunakan eksperimen. Jadi tidak semua harus diujicobakan.

- Suatu efek kejadian yang serupa akan dapat dicari penyebabnya yang mirip pula, meskipun dilakukan pada waktu dan tempat yang berbeda.
- Perumusan suatu teori atau hukum alam dapat diterima secara umum apabila dapat dibuktikan secara eksperimen.
- Sifat-sifat biasa dari suatu benda dapat dilihat (diamati) secara mekanis dan berlaku umum pada semua benda.

Begitu banyaknya ilmu pengetahuan yang disumbangkan Newton dalam kehidupan baik ilmu fisika maupun matematika yang menjadi dasar dalam pengembangan pengetahuan lainnya. Oleh karena itulah wajar jika banyak tokoh lain seperti Lagrange, Leibnitz, Alexander Pope, Ernst Mach mengatakan bahwa Newton adalah ahli pengetahuan terbesar. Bahkan Michael Hart dalam bukunya yang berjudul **“Seratus Tokoh yang Paling Berpengaruh dalam Sejarah”** menempatkan Newton sebagai urutan nomor dua setelah Nabi Muhammad Saw. Sungguh ilmuwan yang luar biasa jasanya.

“Hari tua menyergap masa muda yang melewatkannya secara ugal-ugalan, ibarat api membakar rumah rongsokan” (Newton)

9. GABRIEL DANIEL FAHRENHEIT (1686 –1736)

Fahrenheit adalah tokoh fisika yang berasal dari Polandia. Ia lahir pada tanggal 14 Mei 1686. Sumbangan populer dari Fahrenheit dimulai dari hasil penemuan yang dilakukan oleh Amontons tentang pengamatannya terhadap air mendidih. Dari sanalah Fahrenheit

tertarik membuat termometer untuk melakukan penyelidikan yang berhubungan dengan suhu (temperatur).

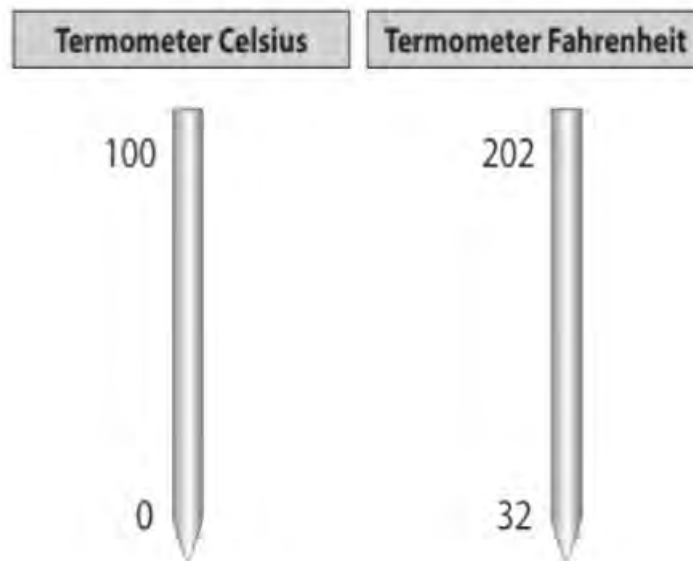
Fahrenheit mencoba membuat termometer berisi alkohol. Namun karena titik didih alkohol rendah (hanya 79°C) dan ini tidak baik sebagai zat termometrik maka selama lima tahun ia mencoba-coba bermacam-macam cairan untuk mengisi termometer. Akhirnya Fahrenheit menemukan bahwa termometer yang berisi merkuri atau raksa lebih banyak memberikan keuntungan. Salah satunya adalah karena merkuri mempunyai titik didih yang sangat tinggi, yaitu 357°C .

Tabung termometer yang digunakan Fahrenheit berbentuk silinder sehingga berbeda dengan termometer yang pernah diciptakan oleh Galileo yang menggunakan bentuk bola. Untuk penentuan titik beku air, Fahrenheit mencoba berkali-kali eksperimen. Pertama Fahrenheit menggunakan temperatur di daerah Eslandia dan Lapland yang terkenal dingin. Kemudian menggunakan air bercampur dengan garam sebagai penentu titik beku air. Mengapa menggunakan air garam? Tidak lain karena Fahrenheit ingin menghindari dari temperatur bernilai negatif.

Sedangkan untuk patokan titik tertinggi, Fahrenheit menggunakan temperatur badan manusia. Jika Newton membagi skala termometernya dalam 12 bagian maka tidak begitu dengan Fahrenheit. Ia justru membagi skala termometernya dalam 8×12 bagian atau menjadi 96 bagian. Dari pembagian ini diperoleh suhu titik beku air adalah 320 sedangkan titik didih air adalah 2120, sehingga skala antara titik beku dan didih air adalah 180.

Dari hasil penemuannya itu Fahrenheit menuliskannya dalam "***Philosophical transactions***" dan untuk menghargai hasil eksperimen yang telah diciptakan nama Fahrenheit dijadikan sebagai salah satu satuan dari suhu.

Perbandingan termometer Celsius dan Fahrenheit



Pertanyaan untuk calon Ilmuwan fisika

9.1 Konversikan satuan suhu berikut!

- a) $10^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{F}$
- b) $110^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{F}$
- c) $77^{\circ}\text{F} = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$

9.2 Kapankah skala Celsius menunjukkan angka yang sama dengan skala Fahrenheit?

9.3 Jika diukur dengan termometer Fahrenheit kapankah air akan mendidih?

10. BENJAMIN FRANKLIN (1706 – 1790)

Franklin lahir di Amerika utara pada 17 Januari 1706. Franklin termasuk anak kurang beruntung karena terpaksa putus sekolah saat berumur 10 tahun. Hal ini disebabkan orangtuanya tidak sanggup

membiayai sekolah Franklin. Maklumlah Franklin anak ke 15 dari 17 bersaudara.

Namun demikian Franklin tidak kehabisan akal. Menurutna pengetahuan pasti banyak tersimpan dalam buku-buku, jadi meskipun tidak bersekolah ia akan mampu menambah pengetahuannya dengan banyak membaca buku.

Franklin menikah dan dikaruniai dua orang anak. Suatu saat tibalah pada musim dingin. Keluarga Franklin termasuk kedua anaknya merasa menggigil kedinginan. Mereka berkumpul di dekat cerobong asap. Berawal dari peristiwa musim dingin itulah akhirnya tebersit dalam kepala Franklin untuk membuat alat pemanas ruangan. Alat yang diciptakan Franklin ini akhirnya diberi nama **"Tungku Franklin"**.

Suatu ketika Franklin menulis sebuah karangan dan mengirimkannya pada sahabat yang ada di London. Menurut Franklin *"kilat dapat dibelokkan sehingga sambaran kilat dapat dihindari"*. Caranya adalah dengan memasang suatu logam berupa tongkat di atas gedung atau atap rumahnya.

Untuk membuktikan karangannya tersebut, Franklin melakukan eksperimen saat hujan deras disertai guntur. Dengan memakai sebuah tabung gelas berisi air separuhnya, ia keluar rumah. Tabung gelas diletakkan di atas tanah. Dalam tabung gelas berisi air telah dicelupkan sepotong kawat yang salah satu ujungnya dibiarkan menjuntai ke luar permukaan.

Selain membawa gelas berisi air, Franklin juga menyiapkan layang-layang yang terbuat dari kain sutra dan kerangkanya dari kawat. Kawat itulah yang nantinya akan dibawa naik tinggi ke awan oleh layang-layang untuk menarik listrik jika memang kilat adalah listrik. Tidak lupa pada ekor layang-layang telah diikat tali yang panjang dengan salah satu ujungnya diikat sebuah kunci. Sedangkan kunci itu sendiri diikat dengan seutas benang sutra yang tidak dapat dialiri arus

listrik. Jadi seandainya tali dipegang saat ada kilat atau guntur tidak akan berbahaya.

Franklin mulai menaikkan layang-layangnya ketika hujan akan turun dan ada angin berembus. Suatu ketika tiba-tiba layang-layang Franklin seperti mendapat entakan sehingga talinya menjadi tegang. Saat itu pula Franklin mencoba menyentuh kunci dengan jarinya. Tiba-tiba rasa perih menusuk jarinya dan menjalar ke seluruh tubuhnya. Meskipun Franklin merasa kesakitan akibat kena sengatan arus tetapi ia merasa puas karena penelitiannya tidak sia-sia dan dapat membuktikan bahwa kilat adalah listrik.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 10.1 Mengapa Franklin memilih menggunakan kain sutra pada layang-layang percobaannya?
- 10.2 Bagaimana sebuah logam berbentuk tongkat yang dipasang di atas sebuah gedung atau atap rumah dapat menjadi alat penangkal petir? Bagaimana proses kerja logam penangkal petir tersebut?

"Jika Anda berbuat kebaikan kepada orang lain itu berarti Anda telah berbuat lebih baik terhadap diri sendiri" (Franklin)

11. JOSEPH BLACK (1728 – 1799)

Sama dengan Benjamin Franklin, Black berasal dari sebuah keluarga biasa yang lumayan besar. Jumlah saudara sebanyak 13 orang. Namun nasib Black lebih beruntung karena meskipun jumlah saudaranya banyak namun masih sempat menikmati bangku kuliah.

Dalam melakukan penelitiannya, Black lebih sering menggunakan timbangan sehingga disebut sebagai *perintis di bidang ilmu kimia kuantitatif*. Sejak kuliah, Black sudah tertarik dengan yang namanya batu ginjal. Ia mencoba mencari tahu cara menghancurkan batu ginjal, yaitu dengan *calcined snail* dan apa yang menyebabkan terbentuknya batu ginjal. Ternyata berdasarkan hasil penyelidikannya didapat bahwa bahan kimia yang membentuk batu ginjal adalah *kalsium karbonat* atau *magnesia alba*.

Pada saat Black memanaskan *magnesia alba*, Black justru tertarik pada ciri kalor (panas) berbagai zat. Karena itulah Black mempelajari kemampuan berbagai zat dalam menyerap ataupun melepaskan kalor (panas). Kemampuan untuk menyerap (menerima) atau melepas kalor ini dinamakan **kapasitas kalor**. Penelitian lebih lanjut yang dilakukan Black menghasilkan kesimpulan bahwa "*suatu zat memiliki kalor jenis yang berbeda*".

Dalam hal ini yang dimaksud dengan **Kalor jenis** adalah kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu dari satu kg suatu zat sebanyak 1 Kelvin atau 1 °C. Dengan kata lain kalor jenis suatu zat menunjukkan kemampuan suatu zat itu dalam menyerap kalor.

Perumusan Kalor

Kalor Jenis (c)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \quad \text{atau} \quad c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

Kapasitas Kalor (C)

$$Q = C \cdot \Delta t \quad \text{atau} \quad C = \frac{Q}{\Delta t}$$

Keterangan

Q = kalor (Joule)

m = massa zat (kg)

C = kapasitas kalor (Joule/K)

c = kalor jenis (J/Kg K)

Δt = perubahan suhu (K)

$\Delta t = t_2 - t_1$

t_2 = suhu akhir (K)

t_1 = suhu awal (K)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

11.1 Tentukan banyak kalor yang diperlukan untuk mengubah:

- 500 gram air pada suhu 0°C menjadi air bersuhu 10°C
- 1 kg air pada suhu 25°C menjadi air bersuhu 100°C
Jika diketahui kalor jenis air = $4.200 \text{ J/Kg }^\circ\text{C}$.

11.2 Apakah perbedaan kapasitas kalor dengan kalor jenis?

Selain menemukan kapasitas kalor dan kalor jenis, Black juga merupakan orang pertama yang membedakan kuantitas kalor dengan intensitas kalor atau temperatur. Kalau intensitas kalor merupakan jumlah kalor yang terdapat dalam suatu zat, sedangkan temperatur sama dengan ukuran derajat panas dinginnya suatu benda (zat).

Penelitian lain yang masih berhubungan dengan kalor adalah proses peleburan dan penguapan. Menurut Black, terdapat kalor laten

pada saat suatu zat melebur atau menguap. **Kalor laten** adalah kalor yang diperlukan suatu zat sebanyak 1 kg untuk melakukan perubahan wujudnya pada suhu tetap. Dinamakan kalor laten oleh Joseph Black karena kalor tidak dapat dilihat kedatangannya, tersembunyi atau laten.

Kalor laten sendiri terdapat dua jenis yaitu kalor laten lebur atau sering disebut kalor lebur saja dan kalor laten didih (kalor didih). Kalor lebur jika mengubah wujud dari padat ke cair pada suhu 0 °C, sedangkan kalor didih untuk mengubah zat cair menjadi uap pada suhu 100 °C.

Perumusan kalor laten

$$Q = m \cdot L \quad \text{atau} \quad L = \frac{Q}{m}$$

Keterangan:

Q = kalor (Joule)

m = massa zat (kg)

L = kalor laten (Joule/kg)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

11.3 Tentukan banyak kalor yang diperlukan untuk mengubah:

- 500 gram es menjadi air
- 500 gram air menjadi uap

Jika diketahui kalor lebur es = 334.000 J/Kg dan kalor didih air 2.256.000 J/Kg

Eksperimen lain yang tak kalah menarik dari Black adalah perumusannya tentang **Asas Black**. Saat itu Black mencoba mencampurkan dua zat yang beratnya sama namun memiliki perbedaan panas. Ternyata kedua benda memiliki temperatur akhir yang sama atau sering disebut dengan *temperatur keseimbangan*.

Secara garis besarnya Asas Black dirumuskan sebagai berikut “jumlah kalor yang dilepas suatu zat sama dengan jumlah kalor yang diterima zat lain”.

Perumusan asas black

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{serap}}$$
$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta t = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta t$$

Keterangan:

m_1 = massa zat yang pertama (kg)

m_2 = massa zat kedua (kg)

c_1 = kalor jenis benda pertama (J/Kg K)

c_2 = kalor jenis benda kedua (J/Kg K)

Δt = perubahan suhu (K)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

11.4 Anton mencampurkan air sebanyak 50 gram pada suhu 100 °C dengan air pada suhu 0 °C sebanyak 75 gram. Tentukan suhu akhir dari campuran yang dilakukan Anton?

11.5 Andika memasukkan seongkah es yang massanya 30 gram ke dalam air minumannya yang banyaknya 200 gram bersuhu 30°C . Tentukan berapakah suhu akhir minuman yang dibuat Andika?

12. JAMES WATT (1736 – 1819)

Mendengar nama James Watt yang teringat pertama kali adalah penemuannya tentang mesin uap. James Watt lahir di Skotlandia tanggal 19 Januari 1736 dari keluarga yang berada. Ayahnya seorang hakim di daerah asalnya, juga merangkap sebagai bendaharawan sekaligus pengusaha industri kapal, kontraktor dan pedagang. Namun demikian meskipun ia lahir dalam kehidupan yang serba tercukupi, masa kecil Watt dilalui dengan sakit-sakitan. Karena kondisinya itulah Watt terpaksa belajar sendiri di rumah dengan bimbingan ayah dan ibunya.

Watt kecil mewarisi sifat ayahnya yang pekerja keras dan pemikir hebat. Ia telah menunjukkan bakat luar biasanya terhadap pesawat-pesawat. Selain itu juga ia senang melakukan perubahan terhadap mainannya menggunakan peralatan ayahnya yang seorang pengusaha industri kapal.

Keinginannya untuk mengetahui lebih jauh tentang mesin uap sangat tinggi. Bahkan buku filsafat yang mempelajari tentang alam sudah selesai dibaca sampai dua kali. Dan hal yang paling aneh adalah kebiasaannya membuat pesawat listrik untuk mengagetkan teman-temannya dengan cara menyetrum (memberikan denyutan listrik) pada mereka.

Pada eksperimen pertamanya tentang mesin uap, Watt menggunakan botol sebagai tempat menampung uap dan bambu sebagai pipa salurannya. Bambu tersebut tentu sudah dilubangi ruasnya. Berbulan-bulan ia melakukan pengamatan terhadap percobaannya menggunakan botol dan bambu tersebut hingga akhirnya ia menemukan serta memahami dasar-dasar dari mesin uap.

Sebelumnya memang ada tokoh lain yang telah mencoba membuat mesin uap. Ia adalah Newcomen yang telah mematenkan penemuan mesin uapnya pada 1712. Namun pesawat yang dibuat Newcomen hanya bisa digunakan untuk pompa air dari tambang batubara. Akhirnya Watt-lah yang menyempurnakan penemuan mesin uap selanjutnya. Bahkan Watt berhasil membuat mesin uap yang lebih hemat bahan bakar sebanyak 75% dari mesin uap buatan Newcomen.

Selain itu pada 1781 Watt berhasil menemukan seperangkat gerigi untuk menolak gerak balik mesin sehingga gerakannya menjadi berputar. Penemuan ini semakin memaksimalkan penggunaan mesin uapnya. Watt terus saja mengupayakan agar mesin uapnya dapat lebih maksimal kerjanya. Ia menemukan mesin ganda dan alat pengontrol gaya gerak melingkar sehingga kecepatan mesinnya dapat diamati secara otomatis.

Bersamaan dengan itu Watt juga menemukan alat penghitung kecepatan, alat penunjuk dan pengontrol uap serta pengukur tekanan uapnya sehingga dapat melengkapi peralatan mesin uap hasil temuannya.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

12. Bagaimanakah cara kerja mesin uap itu?

13. BENJAMIN THOMSON (1753 – 1814)

Thomson lahir di Amerika Serikat pada tahun 1753. Sama halnya dengan Joseph Black, Thomson juga melakukan eksperimen tentang kalor. Menurut Thomson "*kalor adalah salah satu dari bentuk gerak mekanik*". Hal ini berdasarkan pada hasil percobaan yang dilakukannya bahwa energi kalor berasal dari perubahan energi mekanik.

Eksperimen Thomson bermula sejak ia bekerja pada elektor dari Bavaria (Munchen). Saat itu Thomson memperhatikan panas yang timbul dari pemboran meriam. Gejala panas pada pemboran meriam itu mengganggu pikiran Thomson. Dari manakah asal panas tersebut? Apakah dari keping logam yang dibor atau dari yang lain?

Teori yang berkembang saat itu mengatakan bahwa benda memiliki kapasitas kalor, sehingga kalau benda menjadi pecah berkeping-keping maka kapasitas kalornya akan berkurang. Karena itulah ia melakukan pengukuran pertama kali tentang kapasitas kalor.

Hasil pengukurannya menunjukkan bahwa keping logam halus memiliki kapasitas kalor yang tetap. Pada tahun 179 percobaan yang dilakukan Thomson dimuat dalam "*Philosophical Transaction*" sehingga ia diterima menjadi anggota royal society di Inggris.

14. ALESSANDRO VOLTA (1745 – 1827)

Volta lahir dari keluarga bangsawan di Italia pada tanggal 18 Februari 1745. Namun masa kecil Volta agak terbelakang karena baru bisa berbicara setelah umurnya 4 tahun. Bahkan Volta baru bisa menunjukkan kemampuan yang sama dengan teman-temannya ketika menginjak usia 7 tahun.

Pada awalnya Volta mempelajari dan meneliti sifat-sifat dari gas. Namun ketika Volta membaca buku tentang listrik karangan Joseph Priestly, perhatiannya beralih ke listrik. Pada tahun 1775 ia berhasil menemukan alat untuk menghasilkan muatan listrik dengan cara diinduksikan. Alat ini dinamakan "**elektroforus**".

Elektroforus terdiri dari dua plat logam. Plat pertama ditutup dengan ebonite sedangkan plat lainnya diberi pegangan berisolasi. Pada plat pertama digosok dan dimuati listrik negatif. Apabila plat kedua diletakkan di atas plat pertama maka muatan listrik positif akan tertarik ke bawah. Muatan negatif akan lari ke atas dan kemudian ke tanah. Proses ini dilakukan berulang kali sampai ada muatan yang kuat antara kedua plat. Hingga saat ini proses elektroforus dijadikan dasar dari kapasitor atau kondensator.

Selain menggunakan plat, Volta juga menggunakan bagian tubuhnya sendiri dalam melakukan eksperimen. Jika tokoh lain seperti Luigi Galvani menjelaskan percobaannya menggunakan kaki katak, tidak demikian dengan Volta. Ia justru memanfaatkan mulut dan matanya untuk dihubungkan dengan 2 jenis logam yang berbeda. Ketika kedua logam disentuh ternyata Volta menemukan cahaya dan rasa *taste* (kecap). Kesimpulan Volta dari eksperimennya ini adalah bahwa listrik tidak hanya menggerakkan otot namun juga membangkitkan (merangsang) syaraf perasanya.

Percobaan Volta tidak berhenti sampai di sini. Kemudian ia melakukan hal yang dapat lebih membuktikan hasil eksperimen sebelumnya. Pada ujung lidahnya ia meletakkan kertas timah lebar dan pada pangkal lidahnya ditaruh uang perak. Suatu saat kedua logam tersebut dihubungkan dengan kawat tembaga. Ternyata timbul rasa asam pada lidah. Begitu juga saat uang perak diganti dengan sendok yang terbuat dari perak sehingga pangkal sendok bersentuhan dengan kertas timah, rasa asam itu masih muncul.

Dari hasil percobaan yang ia lakukan, Volta menarik kesimpulan bahwa *logam tidak hanya sebagai penghubung listrik namun dapat juga menimbulkan listrik*. Volta juga menduga jika saraf hanya dirangsang oleh arus listrik yang ditimbulkan oleh logam yang disentuh tadi.

Pada tahun yang sama, Volta menyusun deret logam dengan ketentuan bahwa semakin jauh letak antar kedua logam dalam deret maka makin kuat pula listrik yang ditimbulkannya. Deret yang disusun Volta antara lain : seng, timah, besi, tembaga, platina, emas, perak, grafit dan terakhir arang. Selain menggunakan logam tersebut, Volta juga menggunakan logam serta mineral lain seperti *pyrite*, *galena* atau biji tembaga. Deret yang ditemukan oleh Volta saat ini dikenal dengan sebutan "**Deret Elektrokimia**".

Masih dalam percobaan tentang listrik, Volta juga menemukan gaya listrik terjadi pada sentuhan logam dengan cairan. Berdasarkan percobaan yang ia lakukan ternyata logam terisolasi yang disentuh ke dalam cairan menunjukkan bermuatan listrik negatif. Dari penemuan inilah akhirnya dibuat suatu elemen yang dinamakan **elemen Galvani**. Mengapa disebut elemen Galvani? Karena untuk memberikan penghormatan kepada Luigi Galvani yang telah memberikan ide pertama kali. Elemen Galvani inilah yang menjadi unsur dasar pengembangan suatu baterai listrik. Sedangkan nama Volta dijadikan sebagai satuan tegangan listrik atau beda potensial yang sering disingkat dengan **Volt (V)**.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

14.1 Sebutkan sifat-sifat dari suatu gas!

14.2 Sebutkan bahan-bahan yang dapat dialiri arus listrik!

Soal Evaluasi Periode II

1. Siapakah tokoh fisika periode dua yang menyelidiki tentang 'paradoks hidrostatik?' Sebutkan!
2. Apakah nama alat yang ditemukan Volta yang secara induksi dapat menghasilkan muatan listrik?
3. Konversikan satuan suhu berikut:
 $423\text{ K} = \dots\dots\dots \text{ F}$
 $300\text{ }^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots \text{ F}$
4. Apakah nama alat yang digunakan untuk mengukur:
 - Kalor
 - Tekanan
 - TemperaturDan siapakah yang menemukannya pertama kali?
5. Kita tahu penemu mesin uap terkenal adalah James Watt, dari siapakah ia terinspirasi pertama kali?
6. Udara bukanlah zat tunggal melainkan sebagai campuran, siapakah yang membuktikan akan hal ini?
7. Siapakah yang merumuskan Hukum Kekekalan Energi? Bagaimana bunyinya?
8. Mengapa zat cair yang dipilih sebagai zat termometrik adalah alkohol dan air raksa? Mengapa bukan zat cair lainnya?
9. Siapa sajakah yang namanya diabadikan sebagai satuan suatu besaran?
10. Sedikitnya ada empat orang tokoh yang melakukan penelitian tentang alat ukur panas. Siapa sajakah ilmuwan yang menyelidiki tentang termometer tersebut?

11. Menurut seorang ahli, jika semua warna pelangi (mijikuhibiniu: merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu) dicampur maka akan menghasilkan warna putih? Benarkah demikian? Siapakah yang menyatakan akan hal ini?
12. Semua benda terisi dari atom, benarkah demikian? Siapakah yang menyimpulkan seperti itu?
13. Mengapa kincir angin buatan Newton masih bisa berputar meskipun angin berhenti bertiup?
14. Bagaimana rambut yang kering mudah dialiri arus listrik?
15. Siapakah yang disebut sebagai perintis di bidang ilmu kimia kuantitatif?
16. Siapakah tokoh yang melakukan penelitian dengan mikroskop?
17. Dalam bidang kedokteran sering kita menemukan alat suntik. Siapakah yang sebenarnya menemukan gagasan tentang alat suntik yang pertama kalinya?
18. Menurutmu, manakah yang paling cepat sampai ke tanah jika di bumi ini dijatuhkan bersama-sama:
 - 10 kg kapas
 - 10 kg besi
 - 10 kg beras
 - Atau 10 kg air?Jelaskan alasannya mengapa?
19. Siapakah penemu jam bandul pertama kali?
20. Apakah yang kau ketahui dengan deret elektrokimia, dan siapakah yang mengusulkan teori akan hal ini?

PERIODE III

(1800 – 1890 M)

Pada periode tahun 1800 hingga 1890 sudah mulai terjadi perkembangan dunia industri. Sudah ada anggapan bahwa masa ini ada pada puncak kemajuan (kehidupan), padahal baru dalam awal permulaan dari fisika modern. Menurut tokoh-tokoh periode ini hukum-hukum penting yang ada dalam fisika sudah ditemukan semua, tinggal bagaimana mereka menyempurnakan.

Periode III ini biasanya disebut sebagai "*The Rise of Classical Physics*". Suatu periode kebangkitan dari fisika klasik. Pada periode ketiga ini metode-metode eksperimental sudah maju dan hukum-hukum fisika dapat dilakukan *unifikasi* dalam berbagai bidang. Yang dimaksud unifikasi adalah penyatuan menjadikan seragam dari hukum-hukum fisika yang terkadang ada perbedaan pendapat dari para tokoh itu sendiri. Dari berbagai pendapat tentang suatu permasalahan dicari yang paling valid kebenaran dari eksperimennya. Jadi dalam periode ini sudah tidak mengkhultuskan seseorang karena faktor tertentu, seperti kepercayaan mutlak pada semua pendapat Aristoteles pada periode satu. Padahal belum tentu apa yang dikatakan benar. Oleh karena itu pada periode III ini berdasarkan pada kebenaran yang nyata dari penelitian yang dilakukan.

Berikut tokoh-tokoh fisika selama periode tiga:

1. THOMAS YOUNG (1773 – 1829)

Thomas Young atau hanya lebih dikenal dengan sebutan Young lahir di Inggris pada 13 Juni 1773. Berbeda dengan kebanyakan tokoh fisika lain yang sering 'lemah' di masa kecilnya, Young justru termasuk ajaib. Bagaimana tidak dikatakan ajaib, karena pada umur dua tahun ia sudah dapat membaca dengan lancar. Tidak hanya itu, pada saat menginjak umur 14 tahun Young sudah dapat menguasai sedikitnya lima macam bahasa. Apakah kita termasuk seperti itu?

Selain keajaiban yang dimiliki masa kecilnya, pada umur 20 tahun Thomas Young berhasil menjelaskan bagaimana proses akomodasi mata manusia. Young dapat menyimpulkan bahwa lensa mata akan berubah bentuknya sesuai dengan jarak benda yang dilihatnya.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 1.1 Apakah yang dimaksud dengan proses akomodasi pada mata?

Masih berhubungan dengan mata manusia. Selain melakukan penyelidikan tentang proses akomodasi pada mata, Young juga menyelidiki tentang penyebab astigmatisme. *Astigmatisme* adalah suatu keadaan mata yang menyebabkan benda yang dilihat menjadi tampak kabur (tidak jelas). Menurut Young hal ini terjadi karena lengkung mata yang tidak normal.

Pada tahun yang sama Young dapat membuktikan bahwa cahaya merupakan suatu gelombang. Gelombang itu sendiri sebagai suatu getaran yang merambat. Dari sanalah akhirnya ditemukan "**Hukum Interferensi Cahaya**".

Penelitian lain yang dilakukan Young adalah bahwa suatu zat (benda) itu memiliki batas ketegangan. Misalkan saja sebuah karet. Ketegangan karet berbeda-beda sesuai dengan ke-elastisitas-an bahan itu sendiri. Suatu saat ketika mencapai batas ketegangan yang dimiliki maka karet dapat putus. Penelitian ini dinamakan "**Modulus Young** atau *sifat-sifat dari ketegangan suatu benda*".

Secara matematis, Modulus Young (Y) dirumuskan sebagai berikut:

**Perumusan
Modulus Young**

$$Y = \frac{\sigma}{e}$$

Karena

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$e = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Sehingga

$$Y = \frac{F}{A} \times \frac{L_0}{\Delta L}$$

Keterangan

Y = Modulus Young ((Pascal)

σ = tegangan (N/m²)

e = regangan

F = gaya (N)

A = Luas penampang (m²)

ΔL = pertambahan panjang (m)

L₀ = Panjang awal (m)

Percobaan Young:

1) Persiapkan alat dan bahan sebagai berikut:

Pegas	1 buah
Neraca	1 buah
Beban	5 buah
Penggaris	1 buah

- 2) Ukurlah panjang awal pegas (L_0)
- 3) Ukur juga luas penampangnya (A)!
- 4) Ambillah salah satu benda dan timbang dalam neraca (m).
- 5) Kaitkan ujung benda dalam ujung pegas.
- 6) Ukurlah pertambahan panjang pegas yang terjadi
- 7) Ulangi untuk beban kedua, ketiga, keempat dan kelima.
- 8) Lihatlah hasil percobaan
- 9) Hitunglah data hasil percobaan yang telah dilakukan
- 10) Tariklah sebuah kesimpulan yang Anda dapatkan.

Data tabel hasil pengamatan

No	m (kg)	F (N)	L_0 (m)	A (m^2)	ΔL (m)	Y (Pa)
1						
2						
3						
4						
5						

Kesimpulan hasil percobaan:

.....

.....

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 1.2 Sebuah beban 125 N digantungkan pada kawat baja sepanjang 10 m dan luas penampang kawat 0,05 cm^2 sehingga meregang sepanjang 75 cm. Tentukanlah:
- a. Regangan kawat
 - b. Tegangan kawat
 - c. Modulus Young

2. ANDRE MARIE AMPERE (1775 – 1836)

Satu lagi tokoh fisika yang tidak pernah merasakan bangku sekolah yaitu Andre Marie Ampere atau lebih terkenal dengan sebutan Ampere saja. Ampere lahir di Prancis tanggal 20 Januari 1775. Ia menjadi pintar berkat didikan dan ajaran dari ayahnya di rumah.

Ampere juga termasuk salah satu anak ajaib karena saat berumur 12 tahun sudah mampu menguasai semua hal yang berhubungan dengan matematika. Tentu saja ilmu matematika yang telah ditemukan pada saat itu. Oleh karena itu Ampere juga mempublikasikan penemuannya yang juga tidak jauh dari pengetahuan matematikanya, seperti ilmu hitung, teori gas dan optika, mekanika serta geometri.

Berpijak pada penelitian yang dilakukan Oersted tentang kawat penghantar tegangan yang berpengaruh pada jarum magnet, Ampere juga melakukan penelitian serupa. Ampere menemukan bahwa kumparan bersifat sebagai magnet batang. Besi lunak yang terdapat dalam kumparan (lilitan kawat) berubah menjadi magnet yang kuat. Selain itu, dua buah besi yang saling berdekatan dan mengeluarkan arus listrik akan menyebabkan timbulnya gaya. Berdasarkan penelitian inilah akhirnya Ampere menemukan suatu hukum yang dinamakan **"Hukum Elektrodinamika."**

Masih berkaitan dengan listrik, Ampere membuat alat yang sekarang dikembangkan menjadi galvanometer. Alat yang digunakan untuk mengukur besarnya kuat arus listrik yang melalui suatu kumparan.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

2.1 Apakah yang kau ketahui tentang Galvanometer?

Sedangkan berhubungan dengan kuat arus, Ampere merumuskan suatu hukum yang dinamakan "Hukum Ampere". Hukum Ampere dinyatakan sebagai berikut : *"Integral garis dari $B \cdot ds$ dari setiap kurva tertutup setara dengan $\mu_0 I$, dengan I adalah kuat arus yang melewati setiap permukaan yang dilingkupi jalur tertutup tersebut."*

Perumusan Hukum Ampere

$$\int B \cdot ds = \mu_0 I$$

Keterangan

B = Induksi magnetik (medan magnet) satuan Wb/m^2

μ_0 = Permeabilitas ruang hampa = $4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$

I = Kuat arus (Ampere)

Selain Hukum Ampere, juga menemukan tentang **"Kaidah tangan kanan Ampere."** Kaidah tangan kanan merupakan salah satu cara menentukan arah medan magnet. Arah garis-garis medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik dapat ditentukan dengan kaidah sekrup putar kanan atau sering juga dinamakan kaidah tangan kanan.

Aturan tangan kanan:

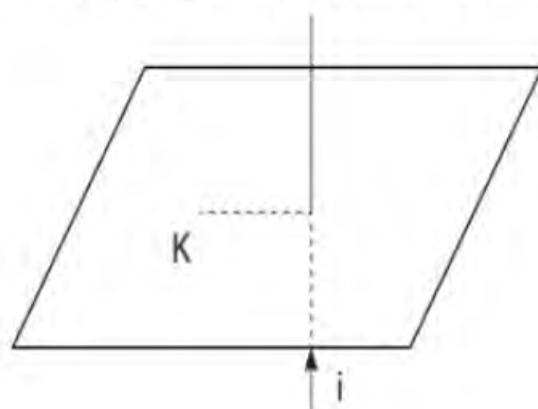
Apabila telapak tangan dibuka, semua jari dirapatkan kecuali ibu jari maka:

- Ibu jari (Jempol) menunjukkan arah arus I .
- Empat jari lainnya menunjukkan arah induksi magnet atau arah medan magnet.
- Arah gaya magnetik keluar dari telapak tangan (atau tegak lurus) dengan telapak tangan kanan.

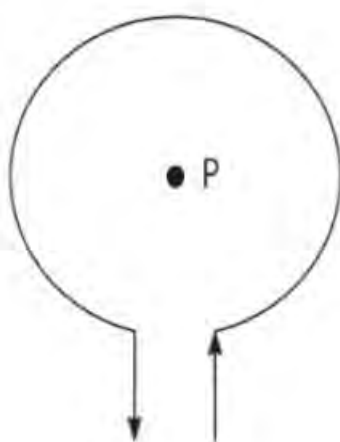
Untuk menghargai hasil penemuan dan penelitian yang dilakukan oleh Ampere maka namanya diabadikan sebagai salah satu satuan Sistem Internasional yaitu dari besaran kuat arus. Jadi satuan kuat arus adalah Ampere atau sering disingkat dengan "A".

Pertanyaan untuk calon ilmuwan fisika

- 2.2 Berdasarkan aturan tangan kanan Ampere, tentukanlah arah arus induksi pada titik K kawat lurus berikut!



- 2.3 Tentukan arah garis gaya magnet di pusat lingkaran dari gambar berikut!



3. GEORGE SIMON OHM (1787 – 1854)

George Simon Ohm atau lebih dikenal dengan Ohm lahir di Jerman Barat pada tanggal 16 Maret 1787. Anak dari seorang montir yang berharap Ohm kelak menjadi seorang ahli ilmu pengetahuan. Akhirnya cita-cita sang ayah pun terkabulkan dengan Ohm menjadi salah satu tokoh Fisika sepanjang sejarah.

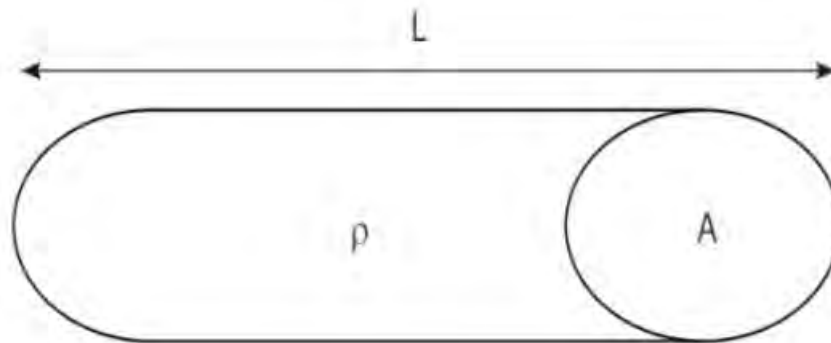
Sama dengan Ampere dan Volta, Ohm juga melakukan penyelidikan dalam arus listrik. Namun Ohm mereferensi hasil penelitian dari Fourier tentang aliran panas yang ada dalam logam guna mengetahui sifat-sifat dari arus listrik itu sendiri.

Dalam melakukan penelitian, Ohm menggunakan bermacam-macam jenis kawat, baik ketebalannya maupun ukuran panjang kawatnya sehingga dapat mengalirkan arus listrik. Dari hasil eksperimen yang ia lakukan dirumuskanlah suatu hukum terkenal yang dinamakan sesuai dengan nama penemunya, "Hukum Ohm".

Hukum Ohm menyatakan tentang hubungan antara arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan tegangan yang dipasang dalam rangkaian. Namun dalam hal ini hambatan yang digunakan Ohm selalu tetap sehingga dirumuskan sebagai berikut:

Hukum OHM	Keterangan
$V = I \cdot R$ atau $R = \frac{V}{I}$	V = Tegangan (Volt) I = kuat arus (Ampere) R = hambatan (Ohm = Ω)

Hukum Ohm berlaku untuk nilai hambatan yang tetap, sedangkan hambatan yang nilainya belum ditentukan maka ditentukan terlebih dahulu menggunakan perumusan sebagai berikut:



$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Keterangan:

ρ = Hambatan jenis bahan (Ohm meter = Ω m)

R = Hambatan bahan (Ohm = Ω)

L = Panjang bahan (m)

A = Luas penampang bahan (m^2)

Dalam hal ini hambatan jenis berhubungan dengan konduktivitas suatu bahan, keduanya merupakan sifat khas dari suatu bahan yang tidak dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk bahan. Tetapi keduanya dipengaruhi oleh perubahan suhu. Hubungan antara hambatan jenis bahan dengan konduktivitas dirumuskan sebagai berikut:

$$\tau = \frac{1}{\rho}$$

Keterangan:

τ = konduktivitas bahan (Ω m)⁻¹

ρ = Hambatan jenis bahan (Ohm meter = Ω m)

Untuk menghargai penelitian-penelitian yang telah ia lakukan dalam bidang listrik khususnya arus maka namanya diabadikan sebagai satuan dari hambatan listrik dan hambatan jenis. Jika satuan dari hambatan adalah *ohm* atau dilambangkan dengan Ω maka satuan dari hambatan jenis adalah ohmmeter (Ω m).

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 3.1 Alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik adalah.....
- 3.2 Bagaimanakah nilai hambatan suatu kawat penghantar berdasarkan perumusan hukum Ohm?
- 3.3 Gambarkan grafik hubungan antara tegangan dan kuat arus yang didapat dari hukum Ohm.
- 3.4 Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi nilai suatu hambatan.
- 3.5 Panjang seutas kawat konduktor yang jari-jarinya 5 mm kurang lebih sekitar 4 m. Tentukan :
 - a. besar hambatan kawat yang terjadi jika hambatan jenisnya $1,72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$
 - b. kuat arus yang mengalir dalam rangkaian jika tegangan yang dipasang sebesar 6 volt.

4. GAY LUSSAC (1778 – 1850)

Gay Lussac merupakan salah satu tokoh yang berasal dari keluarga kaya raya. Ia lahir di Prancis pada 6 Desember 1778. Selain ahli dalam bidang ilmu fisika, Gay Lussac juga berjasa dalam ilmu kimia. Beberapa prestasi yang diukir Gay Lussac adalah sebagai berikut:

- **Menemukan Hukum Gay Lussac.**

Penelitian yang dilakukan Gay Lussac terinspirasi oleh eksperimen yang pernah dilakukan Alexander Caesar Charles. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menyelidiki hubungan

antara suhu dan volume gas dalam tekanan tetap. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa *"jika gas dipanaskan pada tekanan tetap maka volumenya akan bertambah besar sebanding dengan suhu mutlaknya."*

Proses yang dilakukan dalam hal ini sering dinamakan dengan isobarik atau isobar atau isobaris. Isobarik yaitu proses pemuaian gas dengan tekanan dibuat tetap, hanya mengubah suhu sehingga menyebabkan volume gas juga ikut berubah.

Hukum Gay Lussac dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{V}{T} = \text{constan} \quad \text{atau} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Keterangan:

V_1 = Volume mula-mula (m^3)

T_1 = Suhu mula-mula (K)

V_2 = Volume akhir (m^3)

T_2 = Suhu akhir (K)

Selain pada proses isobarik, Gay Lussac juga mencoba pada keadaan yang lain. Yaitu dengan membuat volume gasnya yang tetap. Pemuaian gas dengan mengubah tekanan dan suhu gasnya. Proses ini dinamakan *"Isokhorik, atau Isokhor atau isokhoris."*

Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{P_1}{T_1} = \text{constant} \quad \text{atau} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Keterangan:

P_1 = Tekanan mula-mula (Atm)

T_1 = Suhu mula-mula (K)

P_2 = Tekanan akhir (Atm)

T_2 = Suhu akhir (K)

- **Hukum Boyle-Gay Lussac**

Sudah menjadi ciri dari periode III ini akan adanya *unifikasi* atau perpaduan antarhasil penemuan para tokoh. Dalam hal ini hasil penelitian yang dilakukan oleh Boyle pada penemuan sebelumnya (periode II) dipadukan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gay Lussac. Hukum Boyle dan Hukum Gay Lussac disatukan menjadi hukum Baru yang dinamakan "**Hukum Boyle-Gay Lussac**".

Pada hukum Boyle-Gay Lussac, proses yang terjadi adalah dengan membuat semua keadaan berubah, baik dari tekanan (P), Volume (V) maupun suhunya (T). Proses dengan mengubah semua keadaan ini dinamakan *Adiabatik*, atau *adiabat*, atau *adiabatis*. Persamaan dari Hukum Boyle-Gay Lussac adalah sebagai berikut:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Keterangan:

P_1 = Tekanan mula-mula (Atm)

T_1 = Suhu mula-mula (K)

P_2 = Tekanan akhir (Atm)

T_2 = Suhu akhir (K)

V_1 = Volume mula-mula (m^3)

V_2 = Volume akhir (m^3)

- **Analisis Volumetrik**

Gay Lussac juga melakukan penyelidikan terhadap sifat-sifat *Iodine*, *Sulfat*, dan *Sulfida* yang akhirnya dikenal dengan nama **Analisis Volumetrik**. Dalam hal ini juga disusun grafik hubungan antara daya larut suatu gas terhadap banyaknya bahan campuran.

- Selain itu Gay Lussac juga menemukan asam belerang, membuat barometer yang mudah dibawa ke mana-mana, dan juga mempunyai ide tentang peningkatan pembakaran menggunakan spiritus.
- Bersama dengan peneliti tentang ilmu alam, Alexander Von Humbolt melakukan ekspedisi mengelilingi Jerman dan Italia dalam rangka mengukur magnetisme bumi.

Pertanyaan buat calon ilmuwan fisika

- 4.1 Volume gas ideal dibuat 2 kali semula sedangkan temperaturnya dibuat setengahnya. Tentukan tekanan akhirnya.
- 4.2 10 liter gas dengan tekanan 4 atmosfer dan temperaturnya -23°C , berapa tekanan tersebut bila volumenya dibuat menjadi $\frac{1}{2}$ liter dan temperaturnya menjadi 27°C .
- 4.3 Kapanakah hukum Boyle-Gay Lussac berlaku?
- 4.4 Apakah yang kau ketahui tentang barometer?
- 4.5 Sebutkan sifat-sifat dari Iodine!

5. MICHAEL FARADAY (1791 -1867)

Faraday merupakan salah satu ilmuwan yang berasal dari keluarga miskin yang sederhana hidupnya. Bahkan ia hanya beberapa bulan mengikuti sekolah dasar karena orangtuanya tidak dapat membiayai sekolahnya. Namun demikian Faraday tidak kehabisan akal. Saat menjadi pegawai dari tukang jilid buku, ia memanfaatkannya untuk membaca banyak tentang buku-buku yang dikerjakannya.

Pada 1821 Faraday melakukan eksperimen sederhana dengan tujuan menunjukkan hubungan antara magnet dan listrik. Berkat penemuan inilah ia menjadi terkenal. Faraday mempelajari medan magnet di sekitar konduktor yang membawa arus listrik DC (*Direct Current*). Selain itu ia juga ahli yang membangun konsep dasar dari medan elektromagnetik.

Penelitian lain yang tak kalah penting adalah penemuannya tentang induksi elektromagnetik. Faraday menyatakan bahwa medan magnet dapat berubah terhadap waktu secara proporsional dengan GGL-nya (Gaya Gerak Listriknya), diamagnetisme, dan hukum elektrolisis. Faraday juga pernah menemukan zat kimia yaitu "*Benzena*". Bahkan ia tahu bagaimana mengubah gas Klor menjadi cair. Faraday juga orang pertama yang menggunakan istilah katoda, anoda, elektrolit, elektrolisis, ion, kation, anion, dan ionisasi. Istilah-istilah yang lazim digunakan dalam ilmu kimia.

Percobaan selanjutnya yang dilakukan Faraday adalah tentang elektrolisis. Elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Hasil dari penelitian ini dinamakan "**Hukum Faraday**".

Hukum Faraday

"Jumlah massa zat yang dihasilkan sebanding dengan jumlah muatan listrik yang melewati sel elektrolit tersebut."

Perumusan Hukum Faraday:

$$m = \frac{e \cdot i \cdot t}{96.500}$$

$$q = i \cdot t$$

$$1 \text{ farad} = 96.500 \text{ Coulomb}$$

Keterangan:

m = Massa zat yang dihasilkan (gram)

e = Berat ekivalen = $A_r / \text{Valensi} = M_r / \text{Valensi}$

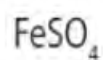
i = Kuat arus (Ampere)

q = muatan listrik (Coloumb)

t = waktu (sekon)

Pertanyaan buat calon ilmuwan fisika

5.1 Bagaimanakah reaksi elektrolisis untuk:



5.2 Pada elektrolisis larutan CuSO_4 dengan elektroda inert, dialirkan listrik 15 Ampere selama 965 detik. Hitunglah massa tembaga yang diendapkan pada katoda dan volume gas oksigen yang terbentuk di anoda pada (0°C , 1 atm), (A_r : Cu = 63.5 ; O = 16).

5.3 Arus sebesar 0,5 Ampere dialirkan pada elektrolisis larutan FeSO_4 selama 4 menit. Hitunglah massa besi yang dihasilkan pada peristiwa ini.

Untuk menghargai jasanya karena telah memberikan banyak penemuan baik dalam ilmu fisika maupun kimia, namanya diabadikan sebagai satuan kapasitansi yaitu "**Farad**". Meskipun demikian Faraday tetap menunjukkan kesederhanaannya sebagai ilmuwan. Ia menolak gelar bangsawan dan jabatan sebagai Presiden di Royal Society.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 5.4 Jelaskan apakah yang dimaksud dengan :
Medan elektomagnetik? Induksi elektromagnetik?
Elektrolisis? Kation? Anion? Katoda? Anoda? Elektrolit?
Ion? Ionisasi?

6. JAMES PRESCOTT JOULE (1818 – 1889)

James Prescott Joule adalah fisikawan asal Inggris. Ia adalah penemu Hukum Joule dan efek Joule-Thompson. Joule lahir pada tanggal 24 September 1818. Berbeda dengan ilmuwan lain yang tidak pernah sekolah atau sekolah sejak kecil, Joule justru baru merasakan bangku sekolah ketika berumur 17 tahun karena sering sakit-sakitan. Ilmu pengetahuan yang dimilikinya didapat dari guru prihatin dan belajar sendiri di rumah.

Joule termasuk orang yang rajin belajar, suka menulis buku dan mengadakan eksperimen. Pada tahun 1841 ia melakukan percobaan tentang banyaknya kalor yang dilepaskan dalam suatu kawat yang dilalui arus listrik. Menurut Joule Kalor merupakan salah satu bentuk energi atau kerja. Oleh karena itulah Joule banyak melakukan penelitian yang bertujuan mencari tahu hubungan antara satuan kalor dan kerja.

Salah satu percobaan yang ia lakukan adalah proses mengaduk air dengan memakai beban yang dijatuhkan. Berdasarkan hasil percobaan itulah akhirnya Joule menyimpulkan bahwa *"perbandingan antara usaha atau kerja yang dilakukan dengan energi yang didapatkan merupakan suatu bilangan yang konstan (tetap), yaitu sebesar 4,186*

$\times 10^3$." Angka ini menyatakan bahwa satu kilo kalori sama nilainya (setara) dengan $4,186 \times 10^3$ Joule. Hal ini disebut dengan "**Tara kalor mekanik**".

Hasil penelitian lain yang sampai sekarang masih berlaku dan sangat terkenal adalah tentang "**Hukum Kekekalan Energi**". Penelitian ini ia lakukan bersama Herman Von Helmholtz dan Julius Von Mayer, ahli fisika lain yang berasal dari Jerman. Hukum kekekalan energi dinyatakan bahwa "*energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan*".

Selain bekerja sama dengan Herman Von Helmholtz, Joule juga melakukan penelitian dengan ilmuwan lain yaitu Sir William Thomson dan menemukan "**Efek Joule-Thompson**". Efek yang mereka temukan menyatakan bahwa "*apabila gas dibiarkan berkembang tanpa melakukan kerja ke luar maka gas itu akan turun*". Sampai saat ini efek Joule – Thompson dimanfaatkan secara luas dalam industri pembuatan lemari es.

Pada tahun 1840 Joule menerbitkan bukunya yang berjudul "**Tentang Panas**". Sedangkan pada tahun 1843 buku tentang **Ekuivalen Mekanik Panas** juga diterbitkan. Dan yang terakhir tahun 1847 menerbitkan buku tentang Hubungan dan Kekekalan Energi.

Karena jasanya dalam melakukan banyak penelitian yang berhubungan dengan kalor (panas), nama Joule diabadikan dalam salah satu satuan Sistem Internasional yaitu satuan kalor atau energi.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

6.1 Tentukan konversi satuan berikut:

1 Joule = kalori

1 kalori = Joule

- 6.2 Apakah yang dimaksud dengan tara kalor mekanik?
Jelaskan pendapatmu!
- 6.3 Bagaimanakah asal mulanya lemari es (pendingin)
ditemukan?

7. JAMES CLARK MAXWELL (1831 – 1879)

James Clark Maxwell lahir di Edinburg pada tanggal 13 Juni 1831. Maxwell termasuk anak yang cerdas karena pada tahun 1846 ia telah dapat menuliskan sebuah paper yang menguraikan bagaimana cara menggambarkan sebuah bola lonjong secara sempurna.

Berbeda dengan Newton yang mengemukakan pendapatnya tentang '**cincin Newton**', Maxwell juga menyatakan idenya tentang cincin saturnus yang dituliskan dalam sebuah paper. "**Cincin saturnus**" Maxwell menyatakan bahwa cincin saturnus terdiri dari partikel-partikel yang relatif amat kecil.

Berbeda dengan teori yang dipaparkan oleh Michael Faraday yang telah sebelumnya melakukan penyelidikan tentang magnet. Jika Faraday menyatakan bahwa "*Perubahan medan magnet akan menghasilkan medan listrik*" maka menurut Maxwell yang terjadi justru sebaliknya.

Hipotesis Maxwell menyatakan bahwa "*jika perubahan medan magnetik bisa menghasilkan medan listrik maka perubahan medan listrik juga harus menghasilkan medan magnet*". Meskipun demikian ia belum dapat membuktikan hipotesanya. Baru pada tahun 1887, oleh Heinrich Hertz ilmuwan fisika lain membuktikannya. Bahwa apa yang dinyatakan oleh Maxwell benar adanya.

Dalam hal ini juga berhasil diturunkan persamaan matematis tentang bagaimana penjalaran suatu gelombang elektromagnetik. Menurutny kecepatan perambatan gelombang elektromagnetik sama dengan kecepatan rambat cahaya. Ia juga mengatakan bahwa cahaya merupakan gangguan elektromagnetik.

Kecepatan rambat gelombang elektromagnetik ditentukan oleh permeabilitas vakum μ_0 dan permitivitas vakum ϵ_0 yang sesuai dengan hubungan:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

Keterangan:

μ_0 : permeabilitas vakum : $4\pi \times 10^{-7}$ Wb/A.m

ϵ_0 : permitivitas vakum : $8,85 \times 10^{-12}$ C/Nm²

c : cepat rambat cahaya : $2,998 \times 10^8$ m/s

Ketertarikan lain yang ditunjukkan Maxwell pada pengetahuan fisika ditunjukkan dengan penguraian sinar menjadi berwarna. Maxwell melakukan penyelidikan tentang hubungan antara warna dengan bagaimana warna itu bisa ditangkap oleh mata. Ide yang disumbangkannya ini merupakan dasar dari fotografi warna. Oleh karena itulah Maxwell merupakan orang pertama yang membuat potret berwarna.

Pengetahuan lain yang disumbangkan Maxwell adalah penemuannya tentang teori kinetik gas. Teori kinetik gas yang antara lain membahas hubungan antar tekanan, volume, suhu dengan kelajuan dan massa tiap-tiap molekul, terutama pada gas ideal.

Karena:

$$c = n \cdot R ; n = N/N_0$$

$$R = N_0 \cdot k$$

Persamaan Umum Gas Ideal

$$\frac{P \cdot V}{T} = C$$

$$P \cdot V = N \cdot k \cdot T$$

$$PV = nRT$$

Keterangan: P = Tekanan gas ideal (N/m^2 atau atm)

V = Volume gas (m^3)

T = Suhu mutlak (K)

n = Jumlah mol gas (mol)

R = Tetapan gas umum ($= 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$)

k = Tetapan Boltzman ($= 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)

N = Jumlah partikel gas

N_0 = Bilangan Avogadro ($= 6,02 \cdot 10^{23}$ partikel/mol)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan Fisika

- 7.1 1 mol gas menempati volume 100 dm^3 , suhu gas pada saat itu 127°C , tentukan tekanan gas tersebut? $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$!
- 7.2 Gas karbondioksida (CO_2) massanya 22 gram pada suhu 300 K, volumenya 20 liter, berapa tekanan gas pada saat itu? $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$; $A_r \text{ C} = 12$; $A_r \text{ O} = 16$
- 7.3 Gas bersuhu 27°C mempunyai volume 5 liter, jika volume gas dinaikkan menjadi 15 liter pada tekanan tetap, berapakah suhu akhirnya?
- 7.4 Sebutkan ciri-ciri dari gas ideal!

8. THOMAS ALVA EDISON (1847 – 1931)

Siapa yang tidak mengenal tokoh paling berpengaruh dengan dunia kegelapan yang satu ini? Ya dialah "Thomas Alva Edison", seorang ahli fisika yang berhasil mengubah dunia dari kegelapan hingga menuju kecemerlangan. Berkat penemuannya berupa bola lampu pijar pada tahun 1879.

Thomas Alva Edison lahir pada tanggal 11 Februari 1847 di Milan, Ohio, Amerika Serikat. Siapa yang menyangka jika Tommy (panggilan kecil Thomas Alva Edison) yang hanya 3 bulan mengenyam pendidikan formal dapat memberikan andil besar dalam sejarah kehidupan.

Saat itu, Tommy yang berusia 4 tahun, agak tuli dan bodoh di sekolah, pulang ke rumahnya membawa secarik kertas dari gurunya. Ibunya membaca kertas tersebut. "Tommy, anak ibu, sangat bodoh. Kami minta ibu untuk mengeluarkannya dari sekolah."

Sang ibu terhenyak membaca surat itu, namun ia segera membuat tekad yang teguh, "anak saya Tommy tidak bodoh. Saya sendiri yang akan mendidik dan mengajar dia."

Tommy termasuk orang yang sangat gemar membaca. Orang-tuanya selalu membelikan buku-buku terutama yang berhubungan dengan ilmu fisika dan kimia. Kebiasaannya membaca membuat dirinya melakukan banyak percobaan. Dan percobaan-percobaan Tommy dilakukan di dalam kamarnya yang berada di bawah tanah.

Tommy melakukan semuanya dengan senang hati, tanpa paksaan dari siapa pun kecuali rasa penasarannya dalam membuktikan apa yang telah ia baca dari buku-buku pengetahuan. Mengingat percobaan yang ia lakukan membutuhkan biaya yang tidak sedikit maka Tommy pun rela menjadi pedagang asongan di kereta api. Bahkan ia juga pernah menjadi penjual koran.

Pernah suatu ketika Tommy melakukan percobaannya di dalam gerbong kereta api. Namun kecelakaan terjadi ketika cairan kimia yang dipakainya dalam percobaan tumpah dan hampir membakar kereta api. Tommy sempat ditampar oleh kondektur sehingga pendengarannya menjadi rusak.

Namun bukan Tommy namanya jika langsung putus asa dengan keadaan. Ia tidak menyerah hingga yang diinginkan tercapai. Sebagaimana ibunya yang tidak menyerah dalam mendidik anaknya meskipun terpaksa dikeluarkan dari sekolah karena dianggap idiot.

Dalam salah satu biografinya disebutkan bahwa Tommy berhasil menemukan lampu pijar setelah mengalami kegagalan 999 kali. Artinya baru penelitian yang ke 1000 ia menemukan lampu listrik. Sungguh keuletan yang luar biasa. Kalau saja Thomas Alva Edison frustasi dan menghentikan percobaan penelitiannya ketika mengalami kegagalan yang ke 999 kali, entah seperti apa bentuk penerangan sekarang.

Itulah sekelumit cerita tentang sosok besar yang sangat berpengaruh dalam cahaya dunia, Thomas Alfa Edison. Seorang ilmuwan besar yang lahir di Amerika Serikat dan pada masa kecilnya divonis sebagai siswa yang idiot. Namun berkat kegigihan sang ibu akhirnya kecerdasan Tommy kecil berkembang, bahkan menjadi pemikir terbesar sepanjang masa karena dapat menemukan 3000 jenis penemuan salah satunya 'lampu listrik'.

Oleh karena itu kegigihan dan semangat serta keuletan orang idiot seperti Thomas Alva Edison itulah yang patut kita contoh. Meskipun ia idiot namun penemuannya mampu membuatnya terkenal di seluruh dunia. Sungguh hal yang luar biasa.

Berikut beberapa penemuan yang dilakukan oleh Thomas Alva Edison:

- Pertama kali menemukan telegraf yang dapat mencetak signal yang dikirimkan.
- Memiliki hak paten pertama kali untuk sebuah alat listrik yang dapat mencatat getaran suara.
- Dari tahun 1870 hingga 1875 banyak melakukan pembaharuan terhadap telegraf dalam hal pemancar, penerima, mesin cetaknya maupun pada pita pengetuknya.
- Pada 1870 bekerja sama dengan bapak Mesin Ketik "**Christoper Sholes**" untuk menyempurnakan mesin ketik.
- Tahun 1877 Thomas Alva Edison mendapat hak paten Fonograf yaitu alat yang dapat mencatat getaran suara. Tak hanya menemukan fonograf, Edison juga *membesut* (menggosok logam untuk menghilangkan karat/kotoran-nya;) sebuah versi miniatur dari pemutar musik itu, yang kemudian ditempatkan di dalam sebuah boneka. Fonograf itu kemudian bisa memainkan rekaman sajak untuk anak-anak, hingga boneka itu seolah-olah berbicara. Boneka bersuara yang sekarang banyak dijual di toko permainan anak-anak merupakan salah satu penemuan Edison.
- Tahun 1789 membuat lampu pijar yang pertama, meskipun baru mendapatkan hak paten pada 1880.
- Tahun 1883 membuat penemuan yang cukup berarti bagi ilmu murni yaitu efek aliran elektron pada filamen.
- Tahun 1885 mendaftarkan hak paten untuk alat yang dapat mengirimkan grafik jarak jauh melalui signal udara.

- Pada 1891 Edison mematenkan kamera film pertama yang dinamakan Kinematograph. Pada 1910, perusahaannya, Edison *Manufacturing Company Studio*, membuat film *Frankenstein*, sebuah film yang ia adaptasi dari novel horor klasik karya Mary Shelley.

"Kita tidak tahu betapa dekatnya dengan kesuksesan saat kita memutuskan untuk menyerah."

(Thomas Alfa Edison)

9. JOHN TYNDALL (1820 – 1893)

John Tyndall lahir di Leighlin dekat Carlow Irlandia pada tanggal 2 Agustus 1820. Tyndall sangat tertarik dengan apa yang ditemukan oleh Michael Faraday sehingga ia menggeluti dunia fisika. Hal ini dibuktikan dengan diangkatnya menjadi guru fisika di Queenwood College pada tahun 1847 dan menjadi guru besar di Royal Institution pada tahun 1854 sehingga dapat bertemu dengan idola fisiknya 'Michael Faraday'.

Pada tahun 1859 Tyndall melakukan penyelidikan tentang gas. Ia menemukan bahwa gas mempunyai beberapa kemampuan yaitu antara lain : menyerap dan memancarkan panas. Selain itu Tyndall juga mempelajari bagaimana proses difusi atau hamburan cahaya dapat terjadi. Penemuan itu akhirnya dikenal dengan nama "**Efek Tyndall**".

Dalam efek Tyndall ia menyebutkan bahwa "*molekul-molekul udara dan partikel-partikel debu dalam udara menghamburkan cahaya matahari*". Karena warna biru lebih banyak dihamburkan

daripada warna merah maka tidak mengherankan jika langit tampak berwarna biru.

Tyndall juga dapat menerangkan mengapa langit saat terbit dan tenggelam matahari berwarna merah? Sedangkan siang hari justru berwarna biru? Hal ini disebabkan karena sinar biru telah dihamburkan ke segala arah oleh debu dalam udara. Peristiwa ini secara jelas dapat kita lihat saat ada gunung meletus. Gunung meletus akan meninggalkan hujan abu atau debu. Matahari menjadi tampak merah (kemerahan) karena sinar merah sangat sulit untuk dihamburkan oleh debu.

Tyndall juga menemukan bahwa udara yang bersih dari jasad renik atau mikro organisme tidak menyebabkan makanan cepat busuk. Oleh karena itulah jika ada kaldu dibiarkan saja akan basi dan penuh dengan makhluk-makhluk kecil. Dengan demikian otomatis penemuan ini menumbangkan teori dari Aristoteles tentang **"Teori Generatio Spontanea"** yang mengatakan bahwa makhluk hidup terjadi dengan sendirinya."

Dalam bidang kesehatan, Tyndall menemukan *"Penecillium"* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Tyndall juga pernah mengadakan demonstrasi tentang konsep energi. Selain itu ia juga pernah menerbitkan buku yang berjudul *"On Sound"* dan **"Panas sebagai Modus Gerak"**.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 9.1 Jelaskan tentang efek Tyndall!
- 9.2 Bagaimanakah proses difusi cahaya dapat terjadi?
- 9.3 Mengapa langit tampak berwarna biru?

10. RUDOLF JULIUS EMANUEL CLAUSIUS (1822 – 1888)

Clausius lahir di Prusia (Polandia) pada tanggal 2 Januari 1822. Pada tahun 1848 ia melakukan disertasi yang menerangkan bahwa *"birunya langit dan merahnya magrib saat turun matahari pada suhu seleksi terjadi karena pantulan dari bermacam-macam gelombang cahaya oleh partikel-partikel."*

Selain ahli dalam fisika teori, Clausius juga ahli dalam fisika murni. Dalam hal ini ia menerapkan matematika untuk membuat teori yang dapat menerangkan hasil pengamatan dan eksperimen yang dilakukan orang lain.

Pada tahun 1850 Rudolf Clausius juga menemukan *"Entropi"* dan *"Hukum Termodinamika II"*. Yang dimaksud dengan entropi adalah suatu ukuran banyaknya kalor atau energi yang tidak dapat diubah menjadi usaha. Atau sering juga dinamakan sebagai keseimbangan dalam termodinamika.

Hukum Termodinamika II

"Panas tidak dapat berpindah dengan sendirinya dari badan yang lebih dingin ke badan yang lebih panas."

Dalam hal ini kalor mengalir secara spontan dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tidak mengalir secara spontan dalam arah sebaliknya (dari benda bersuhu rendah ke tinggi)

Entropi dinyatakan dengan:

$$\Delta S = \left(\frac{Q}{T} \right) \quad \begin{array}{l} \Delta S = \text{Perubahan entropi (J/K)} \\ Q = \text{Kalor (Joule)} \\ T = \text{Suhu Mutlak (K)} \end{array}$$

Selain Entropi dan Hukum Termodinamika II, Clausius mengemukakan tentang "Teori Elektrolisis". Dalam teori elektrolisis dinyatakan bahwa "*penguraian zat cair dengan aliran listrik terjadi secara searah*." Menurut Clausius bahwa atom-atom molekul selalu bertukar dan gaya listrik hanya mengarahkan pertukaran tersebut. Hal ini sama dengan apa yang pernah diteliti oleh ilmuwan lain, siapakah dia? Dia adalah Michael Faraday dengan hukumnya yang terkenal tentang elektrolisis yaitu "**Hukum Faraday**".

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

10. Mengapa saat maghrib langit berwarna kemerahan sedangkan siang hari cenderung berwarna biru?

11. LORD WILLIAM THOMSON KELVIN (1824 – 1907)

Kelvin lahir pada tanggal 20 Juni 1824 di Belfast Irlandia. Nama kecilnya adalah Thomson namun ketika menjadi ilmuwan besar fisika terkenal dengan nama Kelvin. Bahkan namanya digunakan sebagai satuan Sistem Internasional dari suhu (temperatur mutlak), selain satuan lainnya seperti Celsius, Reamur dan Fahrenheit.

Thomson kecil termasuk anak dengan kecerdasan yang luar biasa sehingga pada waktu masih berumur 10 tahun ia bisa masuk universitas. Hal ini berkat didikan ayahnya yang menjadi seorang guru besar di Universitas Glasgow. Bahkan ayahnya mendidik Thompson pengetahuan yang paling modern saat itu dan belum dicantumkan

dalam kurikulum pendidikan di Universitas. Tidak hanya itu, Thompson sendiri juga rajin membaca buku-buku fisika tingkat tinggi karangan ilmuwan besar seperti Fourier, Laplace dan Lagrange.

Thompson juga pernah menulis "*Sebuah Essai tentang Bentuk Bumi*" sehingga ia mendapatkan medali emas dari Universitas. Dalam karyanya Thompson atau yang sekarang terkenal dengan nama Kelvin menguraikan tentang umur bumi dan matahari dilihat dari sifat-sifat kalor bumi.

Thompson pernah melakukan kerja sama dengan ahli fisika dan matematika dari Inggris "George Gabriel Stokes" dalam hal artikel tentang **Prinsip-prinsip Hidrodinamika**. Ia juga mengemukakan tentang skala termodinamika atau sering dikenal dengan skala Kelvin yang menjadi dasar dalam sistem Carnot. Oleh karena itulah satuan Kelvin dijadikan sebagai satuan Sistem Internasional dari suhu (temperatur).

Menurut Kelvin, untuk gas ideal energi dalam sebanding dengan suhu mutlaknya atau dirumuskan:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

Q_1 = Kalor awal (Joule)
 Q_2 = Kalor akhir (Joule)
 T_1 = suhu awal (K)
 T_2 = suhu akhir (K)

Kelvin juga berhasil melakukan penemuan penting dengan berhasil memasang kabel telegraf di bawah laut yang menghubungkan antara Benua Eropa dan Amerika. Selain itu ia juga menemukan galvanometer cermin dan *siphon recorder* sehingga dapat menangkap sinyal listrik yang lemah.

Penemuan lain yang sumbangkan Kelvin adalah tentang teori yang menyatakan bahwa periode (waktu getar) tergantung pada induktansi diri dan kapasitansi namun tidak tergantung pada resistor atau hambatan Ohm. Teori ini secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

T = Periode (sekon atau detik)

L = Induksi diri (Henry)

C = Kapasitas kapasitor (Farad)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

11. Pada sebuah rangkaian resonansi seri dengan besar hambatan 300 Ohm, induktansi diri 1,5 henry dan kapasitas kapasitor $6\mu\text{F}$ dihubungkan dengan tegangan bolak-balik 110 Volt. Tentukanlah:
- Periode resonansi
 - Frekuensi resonansi

12. GUSTAV ROBERT KIRCHOFF (1824 – 1887)

Kirchoff lahir di Konigsberg Prusia pada tanggal 12 Maret 1824. Ia menjadi terkenal salah satunya adalah karena penemuannya dalam bidang listrik yaitu tentang "**Hukum Kirchoff**". Penemuan tentang hukum listriknya ini merupakan pengembangan dari teori yang dikemukakan oleh George Simon Ohm, fisikawan asal Jerman yang juga pernah membuktikan masalah kelistrikan.

Hukum Kirchoff I

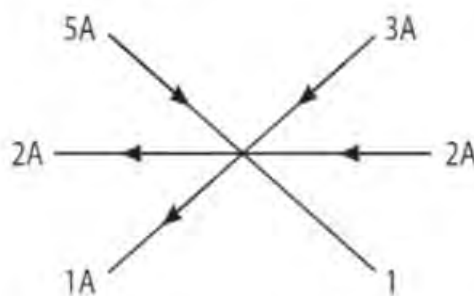
"Pada rangkaian listrik yang bercabang, jumlah kuat arus yang masuk pada suatu titik cabang sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik cabang tersebut."

Secara matematis dirumuskan:

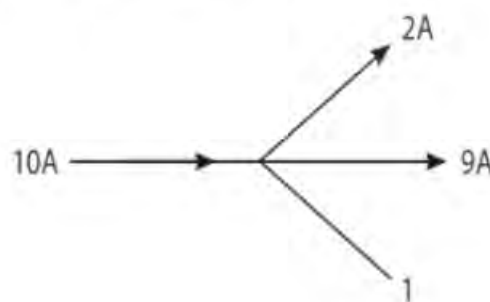
$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$$

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

12.1 Tentukan besar dan arah kuat arus pada I jika diketahui seperti pada gambar berikut!



12.2 Tentukan besar dan arah kuat arus pada I jika diketahui seperti pada gambar berikut!



Hukum Kirchoff II

"Dalam rangkain tertutup, jumlah aljabar dari Gaya Gerak Listrik (GGL) E dan jumlah penurunan potensial sama dengan nol "

Maksud dari jumlah penurunan potensial sama dengan nol adalah tidak ada energi listrik yang hilang dalam rangkaian tersebut, atau dalam arti semua energi listrik bisa digunakan atau diserap.

Secara matematis dirumuskan:

$$\sum E = \sum V = 0$$

E = GGL sumber

V = beda potensial

I = arus

R = Hambatan luar

r = Hambatan dalam

Selain menemukan hukum arus dan tegangan, Kirchoff juga melakukan penyelidikan tentang spektroskop, bersama ilmuwan lain bernama Bunsen. Dengan spektroskop yang telah mereka sempurnakan ditemukan bahwa tiap unsur akan menimbulkan pola garis warna tertentu. Bahkan mereka juga menemukan unsur Cesium (Cs) yang spektrumnya menghasilkan warna biru langit. Juga unsur Rubidium (Rb) yang menghasilkan warna merah.

Kirchoff juga mengamati keadaan pada musim panas, bagaimana matahari menyinari permukaan pasir yang banyak mengandung garam pada suhu tertinggi. Dari pengamatan dan penyelidikan tentang permukaan pasir inilah Kirchoff menemukan hukum tentang radiasi. Menurut Kirchoff *"perbandingan antara koefisien emisi dengan koefisien absorpsi adalah lurus atau sebanding dengan suhu yang tetap."*

Dalam pengamatan yang dilakukan diperoleh bahwa suatu objek pada temperatur selain nol mutlak meradiasikan energi elektromagnetik. Jika benda merupakan benda hitam sempurna maka akan memancarkan energi setara dengan energi yang diserapnya. Namun jika benda bukan merupakan benda hitam sempurna maka akan meradiasikan sejumlah energi yang memiliki rasio berdasarkan benda hitam sempurna. Hal inilah yang dinamakan dengan *emisivitas*. Oleh karena itu secara umum emisivitas tidak bisa melebihi jumlah energi yang diserap (berdasarkan hukum kekekalan energi), sehingga tidak mungkin suatu benda memancarkan energi radiasi yang lebih besar dibandingkan benda hitam sempurna pada kesetimbangan.

Emisivitas merupakan kemampuan benda untuk memancarkan energi (gelombang elektromagnetik). Nilainya antara 0 dan 1. Jika sebuah benda dapat menyerap semua radiasi yang mengenainya maka disebut sebagai benda hitam sempurna ($e = 1$). Hal ini juga diselidiki oleh Joseph Stefan dan Ludwig Boltzmann. Mereka merumuskan banyaknya kalor (panas) yang dipancarkan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{Q}{t} = e \sigma A T^4$$

Keterangan:

P : daya yang dipancarkan

e : emisivitas benda

σ : konstantan Boltzmann: $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

A : Luas permukaan benda (m^2)

T : suhu mutlak (K)

Hukum Kirchoff kadang-kadang juga dinyatakan sebagai, *"pemantul energi yang buruk adalah pemancar energi yang baik, namun pemantul energi yang baik merupakan pemancar energi yang buruk"*. Konsep ini digunakan dalam benda yang harus menyimpan energi termal agar temperatur tidak menurun, misalnya pada termos. Permukaan bagian dalam termos adalah pemantul energi yang baik sehingga panas tidak diserap badan termos dan diemisikan atau dipancarkan ke lingkungan.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 12.3 Bagaimana proses kerja termos sehingga dapat mempertahankan keadaan panas zat cair yang ada di dalamnya. Jelaskan secara ilmiah!
- 12.4 Radiasi yang dipancarkan matahari memiliki panjang gelombang sekitar 500 nm. Tentukanlah:
- a. Suhu di permukaan matahari
 - b. Anggap matahari sebagai benda hitam sempurna, tentukan daya yang dipancarkan per satuan luas.

13. JOHN WILLIAM STRUTT RAYLEIGH (1842 – 1919)

Ilmuwan lain yang juga sakit-sakitan dan terpaksa harus keluar dari sekolah adalah Rayleigh. Rayleigh lahir di Inggris pada tanggal 12 November 1842. Ia hanya belajar di rumah bersama guru prifat. Namun kepandaianya dalam bidang matematika tak bisa diragukan

lagi sehingga Rayleigh dapat masuk Trinity College di Cambridge pada 1861.

Rayleigh tertarik dengan teori elektromagnet yang ditemukan oleh Maxwell sehingga menerbitkan dalam sebuah karya yang pertama sehingga teori yang terasa sulit dapat dipahami oleh orang awam. Selain itu ia juga melakukan banyak eksperimen yang berkaitan dengan penghamburan sinar oleh partikel-partikel kecil. Penemuan ini akhirnya dapat digunakan untuk menerangkan birunya langit dan merahnya matahari tatkala tenggelam.

Dalam bidang kelistrikan Rayleigh memberikan definisi standar pada satuan Ohm, Volt dan Ampere. Sedangkan dalam ilmu kimia ia berhasil menemukan bahwa perbandingan bobot atom oksigen dengan atom hydrogen adalah 15,882 : 1. Di mana salah seorang tokoh kimia bernama Prout menemukan perbandingan bobot kedua atom ini adalah 16 : 1. Penemuan yang tidak jauh dari hasil yang diperoleh ahlinya.

Rayleigh juga pernah mempelajari kerapatan beberapa gas yang ada di atmosfer seperti hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Ia mendapatkan bahwa nitrogen yang terpisah dari atmosfer lebih berat dibanding dengan nitrogen yang didapatkan dari pengaruh amoniak. Meskipun ia sendiri belum dapat menjelaskannya mengapa hal itu dapat terjadi.

Penemuan dari Rayleigh yang sempat mendapatkan hadiah Nobel dalam bidang fisika adalah memisahkan elemen baru yang dinamakan Argon. Pada masa sekarang ini Argon banyak dimanfaatkan dalam bola lampu listrik biasa dan juga lampu. Argon dalam bahasa Yunani berarti lamban sehingga banyak juga dimanfaatkan dalam pengelasan busur listrik dan dalam pembuatan baja bermutu tinggi.

Pertanyaan Periode III

1. Siapa sajakah yang memegang andil dalam merumuskan hukum termodinamika II?
2. Siapakah tokoh fisika yang menemukan Argon?
3. Siapa sajakah yang melakukan penelitian tentang optik dalam periode III ini?
4. Berapakah perbandingan bobot atom oksigen dan atom hydrogen yang telah banyak dilakukan penelitian?
5. Siapa sajakah ilmuwan yang namanya diabadikan sebagai nama satuan sebagai penghargaan atas penemuannya?
6. Siapa sajakah ilmuwan yang mendapatkan hadiah Nobel Fisika berkat penelitian yang dilakukan? Dan dalam bidang apa sajakah?
7. Apakah yang dimaksud dengan interferensi cahaya?
8. Alat apakah yang digunakan untuk mengukur:
 - a. Kuat arus
 - b. Hambatan
 - c. Suhu
 - d. Tegangan
9. Siapakah ilmuwan yang pertama kali menemukan potret warna?
10. Apakah perbedaan phonopon, telegram, telephon, dan telegraph.
11. Sebutkan tokoh fisika terkenal yang tidak pernah duduk di bangku sekolah, hanya belajar sendiri atau di rumah atau sebentar saja menikmati pendidikan formal?

12. Siapakah ilmuwan yang berhasil menumbangkan teori Generatio Spontanea-nya Aristoteles?
13. Benarkah Penecillium dapat menghambat pertumbuhan bakteri? Siapakah yang telah menyelidiki akan hal ini?
14. Siapakah yang membuktikan teori elektrolisis?
15. Bagaimanakah bunyi hukum termodinamika I dan II.
16. Bagaimanakah prinsip dari hidrodinamika?
17. Periode getar suatu benda tidak tergantung pada hambatannya tetapi tergantung pada induktor dan kapasitornya. Siapakah yang melakukan penelitian akan masalah ini?
18. Unsur apakah yang menyebabkan langit berwarna biru?
19. Bobot atom hidrogen dibanding oksigen adalah 16 : 1, siapakah yang menemukan perbandingan ini?
20. Siapakah yang menerbitkan buku tentang "Panas sebagai Modus Gerak"?

PERIODE IV

(1890 – 1925 M)

Perkembangan pengetahuan dalam periode ini lebih dikenal dengan Fisika Modern atau "*Modern Physics*". Hal ini ditandai dengan mulai diletakkannya dasar-dasar baru yang lebih banyak mencakup kenyataan-kenyataan alam dari pada dasar-dasar Fisika Klasik yang sudah ada sebelumnya.

Beberapa tokoh fisika modern antara lain sebagai berikut:

1. WILHELM CONRAD RONTGEN (1845 – 1923)

Mendengar nama Rontgen yang terbayang dalam benak kebanyakan orang adalah sinar Rontgen. Memang dialah tokoh fisika yang menemukan sinar x atau yang akrab disebut Röntgen. Rontgen adalah fisikawan Jerman yang lahir di kota Lenep pada tanggal 27 Maret 1845.

Pada mulanya Rontgen melakukan penyelidikan tentang sifat sinar katoda. Namun hasil dari penelitiannya itu ia menemukan apa yang dinamakan sinar rontgen (sesuai dengan nama penemunya). Röntgen adalah jumlah radiasi yang dibutuhkan untuk menghantarkan muatan positif dan negatif dari 1 satuan elektrostatik muatan listrik dalam 1 cm^3 udara pada suhu dan tekanan standar. Ini setara dengan upaya untuk menghasilkan sekitar 2.08×10^9 pasang ion.

Sinar Rontgen dapat dihasilkan dengan menembakkan elektron dalam tabung ruang hampa pada permukaan keping logam, karena panjang gelombangnya sangat pendek maka sinar x mempunyai daya tembus yang kuat. Frekuensi dari sinar x antara 10^{16} – 10^{20} Hertz. Sinar x banyak digunakan dalam bidang kedokteran dan industri.

Bersama ilmuwan lain bernama August Kundt ia menulis kertas kerja yang berisi tentang pengukuran rotasi elektromagnetik dalam gas. Juga melakukan penelitian tentang efek Kerr dan menyelidiki tentang Kristal. Hasilnya adalah bahwa efek magnetik timbul dari sebuah dielektrik seperti pada lempeng kaca yang digerakkan antara dua lempeng kondensator bermuatan listrik.

Beberapa karya ilmiah yang berhasil diterbitkan Rontgen antara lain tentang pengaruh tegangan atas koefisien refraksi pada berbagai cairan, daya kompresi dan tegangan permukaan sejumlah jenis cairan tertentu.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 1.1 Mengapa sinar x disebut juga sebagai sinar Rontgen?
- 1.2 Jelaskan sifat-sifat sinar x yang juga sering disebut sinar Rontgen!
- 1.3 Apa sajakah kegunaan sinar Rontgen? Sebutkan!
- 1.4 Mengapa sinar Rontgen dapat menembus kulit tubuh kita? Jelaskan alasannya mengapa

2. NIKOLA TESLA (1856 – 1946)

Tesla lahir di Yugoslavia pada tanggal 9 Juli 1856. Meskipun tidak sekolah Tesla sangatlah cerdas. Ia dapat membuat motor induksi atau menciptakan medan magnet yang berputar hanya karena tertarik saat melihat dinamo buatan Gramme, insinyur asal Belgia. Dalam pembuatan motor listrik atau *elektromotor* menggunakan gaya listrik sebagai dasar pengubahan energi listrik menjadi mekanik. Sedangkan dalam medan magnet atau induksi elektromagnetik adalah sebaliknya, sebagai dasar dalam pengubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Misalnya arus listrik dengan generator.

Selain itu Tesla juga dapat membuktikan bahwa listrik arus AC (*Alternating Current*) lebih baik daripada sistem arus DC (*Direct Current*) dari Edison, terutama yang berkaitan dengan transmisi tenaga jarak jauhnya.

Pada saat itu penemuan sistem listrik arus AC digunakan dalam proyek pembuatan pembangkit listrik berdaya besar pada air terjun Niagara dan proyek penerangan listrik di Chicago Amerika Serikat.

Penemuan penting lain yang disumbangkan Tesla adalah menemukan kumparan Tesla. Jika Thomas Alfa Edison adalah penemu lampu pertama kali maka Tesla-lah yang menciptakan lampu tabung pertama tanpa kawat pijar.

Dalam bidang komunikasi, Tesla menemukan dasar dari alat komunikasi yaitu "*wireless*", generator dua fase serta transmisi dan distribusi listrik AC. Selain itu pada tahun 1899 ia mengemukakan tentang gelombang stasioner bumi. Bahkan di tahun 1900 berhasil menciptakan kilat buatan.

Untuk menghargai jasanya dalam melakukan penelitian tentang medan magnet dan menciptakan motor listrik, maka namanya

dijadikan sebagai satuan dari medan magnet atau induksi magnet yaitu **"Tesla"** di mana Tesla setara dengan satuan Weber/m².

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 2.1 Apakah perbedaan listrik arus DC dan AC?
- 2.2 Apakah yang dimaksud dengan gelombang stasioner?
- 2.3 Apakah yang dimaksud dengan induksi elektromagnet?

3. JOSEPH JOHN THOMSON (1856 – 1940)

Thomson terlahir dari seorang penjual buku, mungkin karena itulah yang menyebabkan dirinya menjadi seorang yang **"kutu buku"**. Thomson lahir pada 18 Desember 1856 di daerah pinggiran Manchester.

Thomson pernah membuat karya ilmiah tentang teori 'gelang pusaran' yang mengantarkannya pada eksperimen-eksperimennya tentang lucutan gas. Karena itulah ia berhasil menemukan elektron pada 1897. Selain menemukan elektron ia juga mampu menemukan perbandingan antara muatan elektron dengan massanya. Dari hasil percobaannya diperoleh harga sebagai berikut:

$$\frac{e}{m} = 1,7588 \times 10^{11} \text{ coulomb/kg}$$

Thomson juga meneliti tentang hamburan sinar x yang diakibatkan oleh elektron-elektron dalam atom. Penemuan penting yang

membuatnya terkenal adalah tentang model atom yang pertama. JJ Thomson menyatakan bahwa model atom "**mirip roti kismis**". Menurutnya atom itu mempunyai muatan positif yang terbagi merata di seluruh isi atom. Muatan positif ini dinetralkan dengan elektron-elektron yang juga tersebar diantara muatan atom tersebut. Thomson pernah menemukan Ne^{20} dan Ne^{22} .

Thomson juga pernah menulis karya ilmiah tentang *transformasi energi*. Menurutnya energi mempunyai massa dan tumbukan. Bahkan ia juga memenangkan Nobel karena penelitian teoritis dan eksperimentalnya mengenai elektrisitas melalui gas.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 3.1 Apakah kamu pernah melihat roti kismis, jika sudah gambarkan model atom menurut Thomson yang seperti roti kismis itu!
- 3.2 Tentukan besar muatan dan massa elektron jika perbandingan antara keduanya $1,7588 \times 10^{11}$.
- 3.3 Apakah yang dimaksud dengan proton, elektron, dan neutron? Dan apa pula perbedaan ketiganya.

4. MAX KARL ERNEST LUDWIG PLANCK (1856 – 1947)

Planck lahir di Jerman pada 23 April 1858. Planck termasuk mahasiswa cerdas karena lulus dari Universitas Munich "*Summa Cum Laude*". Beberapa penemuan yang disumbangkan Planck antara lain:

- Berawal dari penelitian yang dilakukan oleh Kirchoff tentang benda gelap, Planck menyelidiki bahwa 'benda panas memancarkan semua frekuensi cahaya dan frekuensi cahaya itu akan membentuk pola tertentu'.
- Menulis karya ilmiah tentang "**Teori Kuantum**". Dalam teori kuantum disebutkan bahwa "*energi yang dipancarkan sebanding dengan frekuensi cahayanya*." Dari teori yang dikemukakan oleh Planck diperoleh suatu konstanta yang dinamakan '**konstanta Planck**' yang nilainya $h : 6,62617 \times 10^{-34} \text{ Js}$.

Hasil penelitian dari Planck tentang getaran-getaran molekul pada permukaan benda hitam, antara lain: bahwa besarnya energi radiasi yang dipancarkan adalah:

$$E_n = n h f$$

E_n : energi radiasi

n : bilangan asli atau bilangan kuantum

h : konstanta Planck

f : frekuensi getar molekul

Pada awalnya Planck sendiri ragu dengan apa yang diutarakan, namun akhirnya dikuatkan oleh beberapa ahli fisika lainnya seperti:

- Einstein. Digunakan untuk menjelaskan efek fotolistrik.
- Niels Bohr. Digunakan dalam struktur atom.
- Werner Heisenberg yang menggunakan konstanta Planck untuk merumuskan asas ketidakpastiannya.

Untuk menghargai penemuan yang telah disumbangkan pada pengetahuan dunia, akhirnya Planck dijuluki sebagai **Bapak Mekanika Kuantum**.

Pertanyaan untuk calon ilmuwan fisika

4.1 Jumlah minimum foton cahaya yang panjang gelombangnya 550 nm adalah $n = 100$ foton/detik. Tentukanlah:

- a. Energi radiasi foton tersebut
- b. Daya dari cahaya tersebut.

(diketahui $c = 3 \times 10^8$ m/s dan $h = 6,62617 \times 10^{-34}$ Js.)

5. PIERE CURIE dan MARIE CURIE

Piere Curie dan Marie Curie adalah sepasang suami istri yang sama-sama berjasa dalam ilmu pengetahuan alam. Piere Curie lahir di Paris pada 15 Mei 1859. Sedangkan Marie Curie yang nama aslinya Maria Sklodowska lahir di Polandia tanggal 7 November 1867.

Sebelum menikah, Piere Curie sudah melakukan beberapa penelitian, antara lain bersama P. Desains meneliti panjang gelombang sinar infra-merah menggunakan termo elemen dan kisi kawat. Piere Curie juga pernah menerbitkan karya ilmiahnya yaitu, tentang hubungan secara teori antara fisika dan kristalografi.

Kristalografi adalah sains eksperimental yang bertujuan menentukan susunan atom dalam zat padat. Kata "**kristalografi**" berasal dari kata bahasa Yunani *crystallon* = tetesan dingin/beku, dengan makna meluas kepada semua padatan transparan pada derajat tertentu, dan *graphein* = menulis.

Piere Curie juga pernah meneliti tentang sifat-sifat magnetik dari berbagai bahan (zat). Menurut hasil penelitiannya ada tiga jenis bahan yang berkaitan dengan magnet, yaitu: bahan diamagnetik, paramagnetik dan ferromagnetik. Piere Curie menerangkan bahwa

sifat-sifat bahan diamagnetik pada umumnya tidak tergantung pada suhu, namun untuk bahan paramagnetik kerentanannya berbanding terbalik dengan suhu absolut. Suhu di mana terjadi transisi dari sifat ferromagnetik ke sifat paramagnetik disebut dengan "**titik Currie**" atau sering juga dinamakan dengan "**suhu Currie**".

Sedangkan Marie Currie membuat karya ilmiah yang pertama juga tentang sifat-sifat magnetik dari baja sepuhan. Sedangkan masalah tesisnya ia memilih masalah radiasi pada uranium. Dari hasil penelitian yang dilakukan Marie Currie didapatkan hasil bahwa uranium memancarkan radiasi sendiri dan tidak tergantung pada partikel kimiawi yang menyusunnya.

Akhirnya setelah keduanya menikah mereka melakukan penelitian tentang zat radioaktif yang dinamakan Polonium dan radium pada tahun 1898. Zat radioaktif akhirnya dinamakan sebagai radioaktivitas dan mendapatkan Nobel dalam bidang fisika bersama dengan ilmuwan lain Henri Becquerel. Karena penelitian ini juga dilakukan oleh Becquerel maka sinar yang berasal dari bijih uranium oleh Marie Currie dinamakan "**Sinar Becquerel**".

Penemuan Marie Currie tentang Polonium dan Radium juga mendapatkan Nobel kimia pada tahun 1911. Ia juga sempat menulis buku yang berjudul "*La Radiologie et la Guerra*." Buku itu membahas tentang radiologi dan peperangan.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 5.1 Apakah lambang unsur dari:
a. Uranium b. Radium c. Polonium
- 5.2 Suatu bahan ferromagnetik dapat dihilangkan sifat kemagnetannya, bagaimanakah caranya?

6. ANTONIE HENRI BECQUEREL (1852 – 1908)

Becquerel adalah salah satu anak dari ilmuwan fisika bernama Alexandre Edmond Becquerel. Ia lahir pada tanggal 15 Desember 1852 di Paris. Becquerel kuliah di Ecole Polytechnique saat berumur 20 tahun dan setelah lulus diangkat sebagai guru besar fisika di sana.

Penemuan-penemuan yang disumbangkan Becquerel antara lain:

1. Mengemukakan bahwa Kristal-kristal kalium-uranil sulfat yang dibungkus dengan kertas hitam bersama film foto dapat menghasilkan rekaman pada film foto setelah diafdruck. Penemuan ini dijadikan dasar dari penemuan selanjutnya tentang radioaktivitas.
2. Dalam hal radioaktivitas yang dilakukan bersama Currie, Becquerel menyumbangkan beberapa hal seperti: sinar alfa, sinar beta dan sinar gama. Berdasarkan penelitian yang ia lakukan didapatkan hasil bahwa:
 - Sinar alfa adalah partikel-partikel bermuatan positif dan hampir tidak dibelokkan oleh medan magnet.
 - Sinar beta adalah partikel-partikel yang dibelokkan kuat oleh medan magnet dalam arah berlawanan dengan sinar alfa.
 - Sinar gamma adalah sinar yang sama sekali tidak dibelokkan oleh medan magnet. Sifatnya seperti sinar x sehingga kemungkinannya merupakan gelombang elektromagnetik.
3. Menemukan bukti adanya transformasi radioaktif dari satu unsur ke unsur lainnya, misalnya suatu unsur bisa mengalami perubahan menjadi unsur lain dalam jangka waktu tertentu karena faktor radiasi dan peluruhan.

4. Sebagai penghargaan kepada Becquerel karena penemuannya dalam bidang radiasi maka ia diberi julukan sebagai Bapak Fisika Nuklir dan Bapak Fisika Atom Modern.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 6.1 Sebutkan lambang sinar alfa, beta dan gama.
- 6.2 Jelaskan sifat-sifat dari sinar alfa, beta dan gamma.
- 6.3 Apa saja kegunaan dari sinar alfa, beta dan gamma.

7. HENDRIK ANTOON LORENTZ (1853 – 1929)

Lorentz lahir di Belanda pada tanggal 18 Juli 1853. Lorentz merupakan salah satu tokoh fisika yang sangat cerdas. Pendidikannya di sekolah dasar selalu mendapat juara pertama. Bahkan pendidikan menengahnya langsung duduk di kelas tiga. Sedangkan program diploma sarjananya hanya membutuhkan waktu selama satu tahun dengan predikat "*Magna cum Laude*". Begitu juga dengan gelar doktornya mendapat predikat yang sama. Dalam tesis meraih gelar doktornya, Lorentz membicarakan tentang pemantulan dan pembiasan cahaya dalam teori elektromagnetik.

Penemuan lain dari Lorentz adalah mengemukakan tentang teori elektron. Teori ini sangat memberikan pengaruh besar dalam dunia perkembangan fisika terutama fisika teori. Lorentz juga menemukan adanya perubahan bentuk suatu benda yang diakibatkan oleh geraknya dengan kecepatan melalui eter. Ia juga setuju dengan hipotesis yang dikemukakan oleh ilmuwan bernama Fitzgerald yang menyatakan bahwa benda akan menyusut dengan faktor kecepatan.

Lorentz juga melakukan penelitian bersama P. Zeeman tentang hal yang berkaitan dengan pengaruh magnetisme terhadap fenomena radiasi. Penelitian ini akhirnya mendapatkan hadiah nobel dalam bidang fisika.

Penemuan penting lainnya adalah tentang sebuah transformasi yang sekarang dikenal dengan "*transformasi Lorentz*". Dalam transformasi Lorentz dijelaskan bahwa cahaya merambat dengan kecepatan tertentu, namun dalam ruang hampa sebesar c . Bagaimanapun cepatnya, untuk mencapai jarak tertentu cahaya memerlukan waktu tertentu juga.

Persamaan umum transformasi Lorentz:

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$t' = \gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right)$$

8. ALBERT EINSTEIN

Satu lagi tokoh fisika terkenal yang memiliki masa lalu "kelabu". Dia adalah Albert Einstein atau hanya sering disebut Einstein saja. Einstein kecil termasuk anak yang lambat berbicara sehingga tidak bisa sekolah dengan baik.

Meski demikian Einstein tertarik pada jurusan matematika dan fisika. Hal itu berawal dari saat ia sakit dan ayahnya datang membawa kompas saku. Ia tertarik dan ingin sekali tahu mengapa kompas selalu menunjukkan arah yang sama.

Pada tahun 1905 Einstein mengumumkan teori Relativitas khusus. Dalam teori ini ia mengemukakan dua postulat yang diyakini, yaitu:

- Postulat yang pertama: hukum-hukum fisika mempunyai bentuk yang sama pada semua kerangka acuan inersial. Postulat pertama

ini dinyatakan karena tidak ada kerangka acuan universal sebagai acuan mutlak. Selain itu postulat ini juga sebagai perluasan dari prinsip relativitas Newton yang hanya menjelaskan hukum-hukum mekanika melainkan semua hukum-hukum yang ada dalam fisika.

- Postulat yang kedua: kelajuan cahaya di ruang hampa ke segala arah adalah sama untuk semua pengamat, tidak tergantung pada gerak sumber cahaya maupun pengamatnya.
- Pada postulat kedua ini Einstein menyangkal teori relativitas dari Newton dan transformasi Galileo karena menurutnya waktu t' tidak sama dengan t . Kecepatan suatu gerakan, waktu, massa benda dan panjang benda semuanya bersifat relatif.

Secara umum, Persamaan matematis dari Teori Relativitas Einstein adalah:

$$u_x = \frac{u_x + v}{1 + \frac{u_x v}{c^2}}$$

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}}$$

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 8.1 Dua buah pesawat P dan Q bergerak berlawanan arah, P ke utara dan Q ke selatan. Eka yang ada di bumi melihat kelajuan pesawat P sebesar 0,75 kali kecepatan cahaya sedangkan kelajuan Q 0,85 kali kecepatan cahaya. Tentukan kelajuan relatif pesawat Q terhadap P.

Selain mengemukakan tentang teori relativitas, Einstein juga menuliskan karya ilmiah tentang gejala kapiler dalam "*Annalen der Physic*" yang salah satunya juga berisi tentang teori relativitas. Pada 1911 ia mengemukakan tentang defleksi cahaya bintang yang melewati matahari akibat gaya tarik matahari yang kuat dan sifat inersia dari cahaya yang dapat diamati jika ada gerhana matahari.

Rumus terkenal dari Einstein adalah tentang hubungan antara energi yang dipancarkan dan massa suatu benda. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$E = m \cdot c^2$$

Keterangan:

E = energi yang dipancarkan (J)

m = massa (kg)

c = kecepatan cahaya (m/s)

Perumusan hubungan antara energi yang dipancarkan suatu benda berbanding lurus dengan massa benda dan kuadrat kecepatan cahaya berdasarkan pada pengamatan yang ia lakukan pada benda yang bergerak dengan kecepatan (laju) mendekati kelajuan cahaya. Hal ini berarti jumlah maksimum energi yang didapat dari suatu benda untuk melakukan suatu kerja adalah massa benda dikalikan kuadrat dari kecepatan cahaya.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

8.2 Suatu benda bermassa 100 ton, tentukan energi maksimum yang dipancarkan benda tersebut. Diketahui cepat rambat di udara adalah 3×10^8 m/s

Einstein juga mendapatkan hadiah berupa Nobel dalam bidang Fisika berkat penemuannya tentang teori foton cahaya (efek fotolistrik). Dalam sejarah, Einstein termasuk ahli fisika teori terbesar sepanjang abad. Namun demikian ia tetap mempunyai perasaan yang mendalam terhadap kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa. Seperti dalam pepatah yang dikemukakan olehnya yang sering kita dengar sehari-hari *"pengetahuan tanpa agama adalah lumpuh, dan agama tanpa pengetahuan adalah buta."*

9. ERNEST RUTHERFORD

Rutherford lahir pada 30 Agustus 1871 di Selandia Baru. Ia termasuk anak yang sangat cerdas meski berasal dari keluarga miskin. Namun karena kepintarannya yang selalu menjuarai dalam berbagai bidang seperti matematika, sejarah, bahasa Indonesia, kimia dan sebagainya maka ia mendapatkan beasiswa dari Nelson College dan juga dari Universitas Cambridge.

Bersama dengan rekannya yang bernama Soddy mengemukakan suatu hipotesis tentang transmutasi dari unsur-unsur radioaktif. Hipotesa Rutherford menyatakan bahwa *"suatu unsur dari radioaktif dapat memancarkan tiga macam sinar, yaitu:*

- o Sinar alfa : terdiri dari zarah-zarah bermuatan positif.
- o Sinar betha : terdiri dari zarah-zarah bermuatan negatif.
- o Sinar gamma : yang bersifat gelombang elektromagnetik.

Transmutasi adalah perpindahan atau berubahnya suatu unsur menjadi unsur lain karena memancarkan partikel tertentu (baik alfa, betha, maupun gamma).

Misalnya dengan memancarkan sinar alfa maka suatu unsur radioaktif akan berubah menjadi unsur lain yang memiliki nomor

massa lebih rendah 4 dan nomor atom lebih rendah 2. Sedangkan jika memancarkan sinar betha maka suatu unsur akan berubah menjadi unsur lain yang nomor massanya tetap sedang nomor atomnya bertambah satu.

Pemancaran Partikel Sinar α lambangnya ${}^4_2\alpha$ atau ${}^4_2\text{He}$ ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$	Pemancaran Partikel Sinar β lambangnya ${}^0_{-1}\beta$ atau ${}^0_{-1}e$ ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}\beta$	Pemancaran Partikel Sinar γ lambangnya ${}^0_0\gamma$ atau ${}^0_0\gamma$ ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_ZY + {}^0_0\gamma$
---	---	--

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 9.1 Unsur radioaktif ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ memancarkan sinar alfa, tentukan akan menjadi unsur apa dan berapa nilai nomor atom dan massanya.
- 9.2 Unsur radioaktif ${}^{234}_{92}\text{U}$ memancarkan sinar alfa, tentukan akan menjadi unsur apa dan berapa nilai nomor atom dan massanya.
- 9.3 Unsur radioaktif ${}^{210}_{84}\text{Po}$ memancarkan sinar alfa, tentukan akan menjadi unsur apa dan berapa nilai nomor atom dan massanya.

Selain bekerja sama dengan Soddy, Rutherford juga bekerja sama dengan Sir Ernest Harsden dengan melakukan eksperimen menembakkan partikel alfa (α) pada logam yang tipis. Berdasarkan hasil percobaan itulah didapatkan sebuah model atom menurut Rutherford. Ia mengemukakan pendapatnya bahwa *"atom terdiri dari sebuah inti bermuatan positif yang dikelilingi oleh elektron-elektron bermuatan negatif menyerupai planet-planet yang mengelilingi matahari"*.

Menurut Rutherford, atom secara keseluruhan bersifat netral. Muatan inti adalah positif dan besarnya sama dengan besar muatan elektron-elektron yang mengitarinya. Inti atom dengan elektron akan saling tarik-menarik sehingga menyebabkan gaya sentripetal pada elektron. Hal inilah yang menyebabkan lintasan elektron seperti pada tata surya.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 9.4 Gambarkan model atom menurut Rutherford seperti yang dijelaskan dalam teori atom Rutherford di atas.

10. MARKIS GUGLEELMO MARCONI (1874 – 1937)

Marconi salah satu ilmuwan yang berasal dari Italia. Lahir pada tanggal 25 April 1874. Marconi juga merupakan ilmuwan yang masa kecilnya tidak pernah mengenal bangku sekolah. Bukan karena masalah ekonomi keluarga, namun keadaan Marconi yang sangat

pemalu dengan tubuh lemas (tidak kuat). Ia belajar dengan guru privat dan membaca buku-buku yang dibeli ayahnya.

Marconi mulai mengadakan eksperimen pada 1886. Eksperimen pertamanya tentang kawat dan baterai. Ia juga belajar tentang elektromagnetik sehingga muncullah keinginan untuk menggabungkan kawat dengan gelombang elektromagnet tersebut yaitu menciptakan gelombang radio yang bisa mengirimkan berita tanpa memerlukan kawat. Akhirnya eksperimen Marconi inilah yang dijadikan dasar pembuatan telegraf tanpa kawat.

Sebenarnya eksperimen yang dilakukan Marconi bukan hasil penemuannya sendiri. Ia hanya mengembangkan hasil temuan banyak ilmuwan dengan menambah apa-apa yang kiranya diperlukan. Misalnya menambah efektivitas dari pesawat tanpa kawat dengan menghubungkan kedua bagian (transmitter dan alat penerimanya dengan tanah). Ia juga memakai kawat yang tegak lurus atau antena yang diisolasi dari tanah.

Marconi berhasil mendirikan sebuah station "*The Needles*" dan memasang sebuah station penerima di Amerika Serikat. Akhirnya setelah sekian lama melakukan eksperimen Marconi menerima isyarat melintasi samudera Atlantik dari Inggris.

Berkat penemuannya Marconi mendapatkan Nobel Fisika dalam bidang pengembangan tabung elektron. Sebenarnya Marconi juga sempat meramalkan bahwa ada kemungkinan foto-foto dikirimkan lewat radio atau juga dalam bentuk gambar-gambar yang bergerak (televisi). Namun karena kesehatannya menurun ia belum sempat membuktikan apa yang diramalkannya saat itu. Sekarang bisa kita saksikan kebenaran dari apa yang telah diperkirakan Marconi beberapa ratus tahun yang lalu dan semuanya adalah benar adanya.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

10. Siapakan penemu gelombang radio pertama kali sebelum dikembangkan oleh Marconi?

11. CHARLES THOMAS REES WILSON (1869 – 1959)

Wilson fisikawan yang lahir di Skotlandia pada 14 Februari 1869. Pada mulanya Wilson memilih bidang kedokteran tapi karena tertarik dengan fisika maka ia pindah ke jurusan Fisika di Cambridge University.

Beberapa sumbangan pengetahuan dari Wilson:

- Melakukan pengamatan terhadap benda-benda angkasa dari puncak gunung tertinggi di Skotlandia yaitu Ben Nevis. Dalam melakukan penelitian ini Wilson “terpaksa” tinggal berminggu-minggu demi melakukan pengamatan terhadap benda-benda angkasa dengan memakai teropong bintang yang cukup besar.
- Selain melakukan pengamatan dari puncak Ben Nevis, juga mengamati melalui puncak Carn Moor Dearg. Pada saat melakukan penelitian di puncak Carn Moor Dearg inilah terjadi halilintar dengan kilatan cahaya yang sangat menyilaukan. Dari peristiwa inilah akhirnya timbul inspirasi bagi Wilson untuk menyelidiki tentang gejala kelistrikan di atmosfer bahwa sebenarnya ada arus listrik pada saat terjadi petir.

Berdasarkan penyelidikan ini pulalah akhirnya Wilson membuat ruang kabut yang sekarang terkenal dengan "**Ruang Kabut Wilson**". Dalam hal ini yang dimaksud dengan ruang kabut Wilson (detektor radiasi) adalah alat untuk mengamati dan menentukan jalur lintasan partikel-partikel seperti partikel alfa, beta, gamma, dan proton. Selain itu, alat ini dipakai untuk mempelajari radioaktivitas, sinar x, sinar kosmik dan kenyataan atau fenomena nuklir yang lain.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan alat detektor radiasi dapat disimpulkan bahwa:

- Jika partikel-partikel unsur bergerak melewati ruang kabut itu tepat sebelum pemuatan berlangsung maka setelah pemuatan terjadi akan muncul jejak butir-butir cairan. Hal ini menunjukkan lintasan gerak yang dilalui partikel. Apabila bentuk lintasan sudah diketahui maka akan lebih mudah untuk menentukan jenis partikel yang ada dalam kamar tersebut.
- Jika dalam kamar kabut dimasukkan zat radioaktif maka embun itu akan menghasilkan cahaya. Lintasan sinarnya tampak seperti garis kabut yang dapat dipotret. Dalam potret akan tampak bahwa:
 - Partikel alfa akan menghasilkan lintasan dengan titik-titik yang masing-masing berdiri sendiri.
 - Partikel gamma menghasilkan lintasan lurus dengan dikelilingi titik-titik yang arahnya tidak teratur.
- Pada 1955 mengadakan penelitian tentang atmosfer sehingga setahun kemudian dapat menerbitkan teori listrik hujan angin ribut.
- Wilson juga menerima hadiah Nobel Fisika karena berhasil menemukan Ruang Kabut Wilson.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

11. Bagaimanakah cara membedakan bahwa partikel itu alfa, beta atau gamma berdasarkan lintasannya?

12. FRANCIS WILLIAM ASTON (1877 – 1945)

Aston adalah fisikawan asal Inggris yang lahir pada tanggal 2 September 1877. Selain menekuni dunia fisika, bidang kimia juga tak luput dari lirikan Aston untuk diteliti. Berikut pengetahuan dan penemuan yang dilakukan Aston semasa hidupnya.

- Pada tahun 1903 Aston mempelajari terjadinya sinar x yang sebelumnya ditemukan oleh Rontgen.
- Tahun 1913, Aston memperoleh perbedaan kerapatan dalam gas dari unsur-unsur yang ditelitinya.
- Tahun 1919 membuat "**Spektrograf Massa**". Yaitu sebuah alat yang digunakan untuk membuat sinar positif sehingga membuktikan bahwa apa yang disimpulkan oleh J.J. Thomson bahwa hanya Neon-lah yang merupakan campuran isotop tidak benar. Karena menurut penelitian yang dihasilkan oleh Aston tidak hanya Neon yang terdiri dari campuran isotop. Hasil penelitiannya menyimpulkan ada 212 dari 287 isotop yang terjadi secara alamiah.
- Tahun 1922 Aston menerima Nobel dalam bidang Kimia karena menemukan isotop. Selain itu Aston juga menerbitkan buku yang judulnya "*Isotoper*". Berkaitan dengan isotop buku lain yang diterbitkan Aston adalah "*Mass spectro and Isotop*."

- Penelitian lain yang dilakukan oleh Aston adalah menyelidiki tentang gerhana. Hasilnya adalah terdapat polarisasi cahaya di sekitar daerah gerhana matahari.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

12. Jika Aston menemukan 212 dari 287 isotop alamiah, apakah kiranya ada isotop buatan? Seperti apakah contohnya?

13. ROBERT ANDREW MILLIKAN (1868 – 1953)

Millikan lahir di Amerika Serikat pada tanggal 22 Maret 1868. Sebenarnya dulu Millikan tidak tertarik dengan dunia fisika. Ia baru mulai tertarik dengan fisika saat meraih gelar sarjana mudanya dari Oberlin College.

Karya Millikan antara lain:

- Menentukan besar muatan elektron yaitu $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$. Eksperimen yang dilakukan dengan memakai tetesan minyak dalam medan listrik.
- Mengadakan eksperimen verifikasi terhadap persamaan efek fotolistrik yang dikemukakan oleh Einstein. Millikan membenarkan teori foton dan menggugurkan teori gelombang. Begitu juga dengan konstanta yang ditemukan Planck, bahwa harga h : $6,62617 \times 10^{-34} \text{ Js}$ sesuai dengan hasil percobaan yang ia lakukan.
- Melakukan penelitian tentang sinar kosmos sehingga menemukan juga partikel meson.
- Menerima hadiah Nobel fisika karena berhasil mengisolasi elektron.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

13.1 Apakah yang dimaksud dengan isolasi elektron?

13.2 Sebutkan jenis-jenis partikel yang kau ketahui.

14. LOUIS VICTOR DE BROGLIE (1892 – ...)

De Broglie lahir di Prancis pada 15 Agustus 1892. Mulanya De Broglie juga tidak tertarik dengan dunia fisika, ia lebih tertarik pada ilmu sejarah. Namun keadaannya jadi lain saat Planck berhasil melakukan penelitian tentang foton dan juga Einstein berhasil menemukan ekuivalen energi dan massa, akhirnya De Broglie memutuskan masuk ke Universitas dan mengambil jurusan fisika teori.

Terinspirasi dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Compton yang menyatakan bahwa ada dualisme cahaya, yaitu sebagai gelombang dan sebagai partikel, maka De Broglie memiliki hipotesis “partikel sebagai elektron dan gelombang”. Berdasarkan hal inilah akhirnya muncul teori gelombang De Broglie.

Teori De Broglie bertitik tolak pada persamaan yang telah dikemukakan oleh Compton

$$p_{\text{foton}} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad \text{sehingga} \quad \lambda = \frac{h}{mv}$$

Keterangan:

p = momentum (kg m/s)

hf = energi foton

h = konstanta Planck

λ = panjang gelombang De Broglie (m)

m = massa (kg)

v = kecepatan (m/s)

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

14.1 Hitunglah panjang gelombang De Broglie sebuah benda bermassa 0,12 kg yang bergerak dengan kelajuan 10 m/s.

14.2 Sebuah partikel bergerak dengan kecepatan $1,5 \times 10^6$ m/s. Tentukan panjang gelombang partikel jika partikel tersebut adalah:

- a. Elektron ($m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg)
- b. Proton ($m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg)
- c. Benda bermassa 0,5 kg

Pertanyaan Periode IV

1. Siapakah yang mendapat julukan sebagai:
 - a. Bapak fisika atom modern
 - b. Bapak mekanika kuantum
 - c. Bapak fisika nuklir
2. Siapa sajakah tokoh fisika periode 4 yang mendapatkan Nobel dalam bidang fisika?
3. Siapa juga fisikawan yang mendapatkan Nobel dalam bidang ilmu kimia?
4. Siapa sajakah tokoh fisika yang melakukan penelitian dalam bidang radioaktivitas?
5. Siapa sajakah yang turut andil dalam merumuskan atom?
6. Apakah yang dimaksud dengan dualisme gelombang?
7. Jelaskan apa itu yang dimaksud dengan efek fotolistrik? Dan bagaimana proses terjadinya?
8. Siapa sajakah ilmuwan yang namanya dijadikan satuan besaran dalam fisika?
9. Banyak tokoh yang menyelidiki tentang efek fotolistrik, siapa sajakah mereka?
10. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan suhu Currie?
11. Berikanlah contoh bahan yang termasuk ferromagnetik, diamagnetik dan paramagnetik?
12. Siapakah penemu telegraf tanpa kawat?
13. Alat apa yang digunakan untuk mengamati jalur lintasan partikel alfa, beta dan partikel gamma?

14. Siapakah ilmuwan yang menemukan isotop dan mendapatkan hadiah Nobel karena penemuannya tersebut?
15. Apakah yang dimaksud dengan listrik arus bolak-balik?
16. Dinamakan apakah alat yang digunakan untuk membuat sinar positif?
17. Siapakah yang merumuskan tentang :
 - a. Teori kuantum
 - b. Teori relativitas khusus
 - c. Teori efek fotolistrik
 - d. Foton cahaya
18. Jelaskan tentang teori relativitas dari Einstein!
19. Apakah yang dimaksud dengan dualisme gelombang dan partikel?
20. Jelaskan tentang teori gelombang De Broglie.

PERIODE V

(125 – ... M)

Periode lima lebih berkaitan dengan fisika terapan yang telah berkembang pesat. Berikut beberapa ahli dalam perkembangan fisika terapan.

1. WERNER HEISENBERG (1901 – 1976)

Heisenberg lahir di Jerman pada tanggal 5 Desember 1901. Heisenberg adalah ilmuwan asal Jerman yang berkali-kali memasuki dunia perkuliahan demi melengkapi pengetahuan yang dimilikinya.

Berikut beberapa pengetahuan yang disumbangkan Heisenberg:

- Tahun 1925 mengusulkan teori “Mekanika Kuantum”. Suatu teori yang sangat radikal dan jauh berbeda dari konsep pokok dari teori klasik Newton. Teori kuantum digunakan dalam peralatan modern seperti laser, transistor, mikroskop elektron dan sebagainya. Selain pada peralatan modern juga dalam bidang tenaga atom atau fisika nuklir, radioaktivitas pada penelitian kualitas cairan helium dan dasar susunan intern bintang-bintang.
- Tahun 1927 merumuskan “**Prinsip Ketidakpastian**” atau sering dinamakan juga rumus ketidakpastian.”

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

1. Apakah perbedaan teori klasik Newton dengan teori mekanika kuantum yang dikemukakan Heisenberg?

2. OTTO HAHN (1879 – ...)

Otto Hahn lahir di Jerman pada tanggal 8 Maret 1879. Sejak awal Hahn lebih tertarik pada ilmu kimia dibanding bidang yang lain. penelitian yang dilakukan Hahn antara lain sebagai berikut:

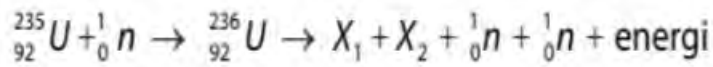
- Meneliti proses penurunan (*derivatif*) atom Brom dari '*Isoeugenol*'.
- Berhasil memisahkan Radium dari Barium Clorida kotor.
- Menemukan zat radioaktif yang bernama Thorium, Thorium-C, Radioactinium, dan Mesothorium.
- Mempelajari proses pemancaran sinar beta (peluruhan sinar radioaktif).
- Merumuskan suatu metode untuk menentukan umur dari batu-batuan berdasarkan pada keradioaktifan atom Uranium.
- Berdasarkan pada hasil percobaan yang dilakukan Hahn dan Meitner tentang bom atom Uranium diperoleh bahwa inti yang terbentuk dari penangkapan netron oleh Uranium 235 tidak stabil dan akan segera terbelah menjadi inti lain yang lebih ringan.
- Membuktikan reaksi fisi, yaitu bahwa inti atom dapat dibelah. Hal berdasarkan pada hasil percobaannya bahwa di dalam Radium terdapat Barium murni.

Dampak negatif dari penemuan yang Hahn lakukan tentang reaksi fisi nuklir adalah dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan senjata-senjata nuklir yang amat dahsyat sehingga terjadi pembuatan senjata perang secara besar-besaran.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

2.1 Apakah yang dimaksud dengan reaksi fisi?

2.2 Tentukan unsur X_1 dan X_2 dari reaksi fisi berikut!



Untuk menghargai jasa Hahn atas apa yang ditelitinya maka ia mendapatkan Hadiah Nobel dalam bidang kimia. Selain itu namanya dijadikan sebagai nama dari Reaktor Nuklir pertama di Jerman.

3. GEORGE PAGET THOMSON (1892 – ...)

G.P. Thomson adalah fisikawan asal Inggris yang lahir pada tanggal 3 Mei 1892. Ia merupakan anak dari ilmuwan J.J. Thomson yang telah menemukan elektron. Beberapa sumbangan pengetahuan yang diberikan adalah:

- Membuktikan teori dari De Broglie bahwa partikel tidak hanya sebagai elektron tetapi juga sebagai gelombang. Hal ini ia buktikan dengan melakukan percobaan menggunakan kisi difraksi di atas cahaya elektron. Hasilnya terjadilah sinar katoda dan fotografi. Selain menggunakan kisi difraksi juga dengan lembaran logam mulia yang sangat tipis. Dan memang benar apa yang dinyatakan oleh De Broglie bahwa elektron-elektron juga memperlihatkan jenis gelombang.
- Berdasarkan uji teori De Broglie, G.P. Thomson juga menyimpulkan bahwa cahaya dapat dibelokkan dengan rumus De Broglie.
- Mendapatkan nobel fisika karena penemuannya tentang gelombang-gelombang elektron. Selain itu ia juga banyak menerima penghargaan dari beberapa universitas.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

3. Sebuah elektron bergerak dengan kecepatan $0,6\ c$. tentukan panjang gelombang menurut De Broglie yang sudah diuji kebenarannya oleh Thomson. Diketahui massa elektron $= 9,1 \times 10^{-31}\ \text{kg}$.

4. ENRICO FERMI (1901 – 1954)

Fermi adalah fisikawan asal Italia yang lahir tanggal 29 September 1901. Kecintaannya pada dunia fisika sudah tampak sejak kecil dari kegemarannya membuat pesawat terbang mainan namun benar-benar bisa terbang dan juga membuat mobil-mobilan.

Beberapa karya dari Fermi:

- Mengemukakan teori tentang disintegrasi sinar beta pada bahan radioaktif. Menurut Fermi "pada setiap peluruhan partikel beta akan selalu terbentuk partikel neutrino sebagai hasil sampingannya. Selain itu pada peristiwa peluruhan beta (β) terdapat energi yang hilang atau berkurang. Menurut Fermi hilangnya energi ini karena telah 'dicuri' oleh neutrino.
- Mengemukakan teori tentang adanya kemungkinan untuk menciptakan unsur-unsur buatan dalam laboratorium dengan nomor atom lebih besar dari 92. Caranya adalah dengan menembakkan neutron pada inti Uranium.
- Melakukan penelitian tentang penyerapan neutron sehingga berhasil meraih hadiah Nobel dalam bidang Fisika.

- Sama dengan Hahn, Fermi juga menemukan reaksi fisi atom dengan reaktor nuklir.
- Untuk menghargai jasa-jasanya dalam penemuan bidang fisika, namanya dijadikan nama unsur yang ke seratus yaitu "**Fermium**".

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- 4.1 Menurut pendapatmu, apakah atom unsur itu dapat dibuat seperti kemungkinan yang diramalkan Fermi?
- 4.2 Jika memang ada unsur buatan, berikanlah apa contoh yang termasuk unsur buatan.

5. ARTHUR HOLLY COMPTON (1892 – 1962)

Compton lahir di Amerika Serikat pada tanggal 10 September 1892. Beberapa penelitian yang dilakukan Compton antara lain :

- Melakukan penelitian tentang hamburan sinar X dari bermacam-macam zat dengan memakai spectrometer.
- Membuktikan bahwa sinar X mengalami perubahan tertentu ketika terjadi penghamburan. Dengan kata lain ada gejala-gejala tumbukan yang terjadi antara foton dan elektron. Sekarang hal ini dikenal dengan nama "Efek Compton"

Efek Compton (Hamburan Foton)

Berkas gelombang elektromagnetik yang bersumber pada bahan radioaktif dikenakan pada keeping tipis *berilium*. Kemudian pada arah-arrah tertentu dipasang foton dan alat pengamat elektron

(detektor) yang telah diatur sedemikian rupa sehingga hanya dapat mengamati pasangan foton dan elektron yang datang bersamaan. Menurut hasil penelitian yang ia lakukan didapat bahwa paket-paket energi gelombang elektromagnetik itu dapat berfungsi sebagai partikel yang momentumnya dapat dirumuskan.

$$p_{\text{foton}} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta)$$

Keterangan:

p = momentum

c = kecepatan cahaya

h = konstanta Planck

λ = panjang gelombang
sebelum tumbukan

λ' = panjang gelombang
setelah tumbukan

θ = sudut penyimpangan foton

m = massa

v = kecepatan

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

- Sebuah foton yang panjang gelombangnya 0,300 nm menumbuk elektron yang diam. Jika foton terhambur sejauh 120° tentukan kecepatan dan panjang gelombang foton setelah terjadi tumbukan.
(massa elektron : $9,31 \times 10^{-31}$ kg)

6. JOLIOT dan IRENE CURIE

Joliot Curie dan Irene Curie adalah sepasang suami istri. Joliot lahir di Paris pada 19 Maret 1900, sedangkan Irene lahir pada 12 September 1897. Senada dengan Piere dan Marie Curie, Irene juga membahas masalah sinar dari Polonium pada tesisnya.

Beberapa penelitian yang mereka lakukan antara lain:

- Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan, jika unsur Berilium disinari secara intensif dengan sinar alfa (α) maka akan keluar sinar yang daya tembusnya amat besar dari unsur tersebut. Bagian yang dikeluarkan unsur Berilium tadi adalah netral dengan massa sama dengan 1 dan sering disebut dengan Neutron.
- Menemukan unsur radioaktif buatan dengan cara menembakkan sejumlah unsur seperti aluminium, magnesium, boron dengan radiasi alfa. Berkat penemuan radioaktivitas buatan inilah akhirnya mereka mendapatkan hadiah Nobel Fisika.
- Menemukan bahwa reaksi inti berantai pada uranium mempunyai keteraturan.

Pertanyaan buat para calon ilmuwan fisika

6. Tentukan lambang, nomor atom dan nomor massa unsur berikut:
Berilium, Magnesium, Aluminium, Boron, dan Uranium.

7. ERWIN SCHRODINGER (1887 – 1962)

Schrodinger lahir pada 12 Agustus 1887 di Wina. Sebagai ilmuwan Schrodinger termasuk anak berbakat dan mempunyai minat pada berbagai bidang, tidak hanya pada fisika saja. Meskipun sampai umur 11 tahun ia tidak pernah mengenal dunia sekolah. Beberapa penemuan Schrodinger antara lain:

- Menemukan persamaan gelombang non relatif untuk mengatur gerakan elektron dalam atom Hidrogen. Hal ini terkenal dengan nama Persamaan gelombang Schrodinger.

$$\frac{\partial^2 \varphi(x, t)}{\partial x^2} = -\frac{2m(E - v)}{\hbar^2} \varphi(x, t)$$

Persamaan umum gelombang

$$\frac{\partial^2 \varphi(x, t)}{\partial x^2} = -\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \varphi(x, t)}{\partial t^2}$$

- Membuktikan bahwa perpindahan elektron ke ruang hampa di atasnya akan menimbulkan gangguan pada gelombang radio.
- Schrodinger juga mendapatkan hadiah Nobel Fisika karena penemuan yang telah dilakukan tentang persamaan gelombang Schrodinger.

8. HANS ALBERT BETHE (1906 – ...)

Hans Bethe lahir pada 2 Juli 1906 di Strasburg. Berikut penelitian yang dilakukan Bethe:

- Menguji coba fisika kuantum dan fisika nuklir dari Heisenberg.

- Menemukan produksi energi dari matahari dan bintang. Dengan ditemukannya 6 deret langkah pelepasan energi cahaya matahari pada reaksi termonuklir.
- Mendapatkan nobel dalam bidang fisika berkat jasanya dalam menemukan produksi energi dari matahari dan bintang.

9. JOHANNES HANS DANIEL JENSEN (1907 – ...)

Jensen adalah ilmuwan asal Jerman yang lahir pada 25 Juni 1907. Hasil dari penelitian yang ia lakukan adalah bahwa inti atom memiliki struktur seperti kulit elektron yang berlapis-lapis dengan diameter yang berbeda-beda. Selain itu, pada inti atom terdapat inti atom yang berlapis-lapis sebagai tempat proton dan neutron dengan susunan menurut sifat-sifat dari proton dan neutron itu sendiri.

Jensen juga pernah menerbitkan buku yang berjudul “Teori Dasar Struktur Kulit Inti Atom”. Bersama tokoh lain ia menerima hadiah Nobel dalam bidang fisika berkat penemuannya tentang sifat-sifat inti atom.

Pertanyaan untuk calon ilmuwan fisika

9. Sebutkan sifat-sifat dari inti atom

Pertanyaan Periode V

1. Jelaskan bagaimana teori kuantum dari Heisenberg!
2. Bagaimanakah perbedaan teori klasik Newton dengan teori Mekanika Kuantum Heisenberg?
3. Dalam hal apa sajakah teori kuantum saat ini diterapkan?
4. Sebutkan unsur apa saja yang ditemukan Otto Hahn selama melakukan penelitian?
5. Apakah yang dimaksud dengan peluruhan radioaktivitas? Berikan contohnya!
6. Sebutkan pasangan suami istri yang sama-sama melakukan penelitian dalam bidang radioaktif?
7. Benarkah inti atom dapat dibelah? Apakah buktinya?
8. Apakah nama reaktor nuklir yang pertama kali didirikan di Jerman?
9. Dalam penemuan tentang apakah sehingga G.P. Thomson mendapatkan hadiah Nobel Fisika?
10. Menurut Fermi, ada energi yang hilang saat terjadi peluruhan beta. Ke manakah hilangnya energi tersebut?
11. Apakah nama atom unsur no 100?
12. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan efek Compton?
13. Mengapa saat disinari menggunakan sinar Rontgen kita tidak boleh mengenakan benda yang terbuat dari gelas atau kaca perak pada tubuh kita?
14. Sebutkan unsur apa sajakah yang dapat ditembak oleh radiasi alfa!
15. Teori Dasar Struktur Kulit Inti Atom adalah salah satu karya ilmuan besar, siapakah dia?

KUNCI JAWABAN

PERIODE I

- 1.1** Berbagai unsur tanah, air, udara
- 2.1** $AB^2 + BC^2 = AC^2$
- 2.2** 6 cm
- 2.3** 0,4 m
- 2.4** 2 kali semula
- 2.5** $\frac{1}{2}$ kali semula
- 3.1** 50 Joule
- 3.2** 670 Joule
- 6.1** Leucippus : Bagian terkecil dari suatu benda
Demokritus : Partikel yang tidak tampak, jumlahnya tidak terbatas dan hanya berbeda satu sama lain dalam bentuk, susunan dan kedudukannya.
Empedocles : Unsur-unsur terjadi dari bagian-bagian kecil yang bercampur atau sebaliknya mengalami penguraian.
- 7.1** Bumi sebagai pusat peredaran tata surya. Salah
- 7.2** Bersamaan, karena tidak tergantung dengan berat suatu benda.
- 8.1** Aristarcus : Matahari sebagai pusat peredaran tata surya
Aristoteles : Bumi sebagai pusat peredaran tata surya

9.1 Mendapat gaya Arcimedes (gaya angkat)

9.2 6 N

9.3 a. 1,5 N b. $1,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ c. $2666,7 \text{ kg/m}^3$

9.4 1 : 3

9.5 $\frac{1}{2}$

9.6 Ya

9.7 a. $100\pi \text{ cm}^2$ b. $12,25\pi \text{ cm}^2$

10.1 Hukum pembiasan

- 1) sinar datang, sinar bias dan garis normal terletak pada satu bidang datar
- 2) sinar datang dari medium kurang rapat menuju medium lebih rapat akan dibiaskan mendekati garis normal.
- 3) sinar datang dari medium lebih rapat menuju medium kurang rapat akan dibiaskan menjauhi garis normal.

10.2 $\pm 30^\circ$

10.3 a. $2,25 \times 10^8 \text{ m/s}$ b. $2,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

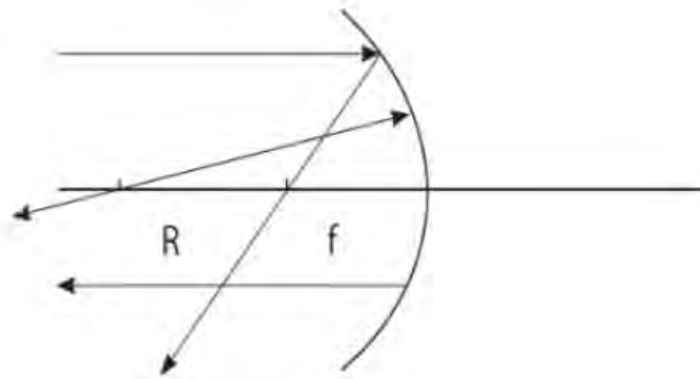
10.4 a. 1,196 b. 0,836

11.1 Benda mendapat cahaya masuk ke – mata (kornea – iris – pupil – lensa – retina) – terbentuklah bayangan (dapat melihat)

11.2 Bagian-bagian mata

- a. Kornea : menerima cahaya dan meneruskan cahaya serta melindungi lensa mata dari bulu-bulu
- b. Iris : memberi warna pada mata (biru, coklat, dll)
- c. Pupil : mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk ke mata
- d. Lensa mata : membentuk bayangan benda
- e. Retina : tempat terbentuknya bayangan (layar)

11.3



12. 100/9

13. Karena suhu beku dapat menghambat pertumbuhan bakteri

14. Matahari – Merkurius – Venus – Bumi – Mars – Yupiter – Saturnus
– Uranus – Neptunus – Pluto

Jawaban Evaluasi Periode 1

1. Aristoteles, Ptolemeus
2. Geosentris : Bumi sebagai pusat peredaran tata surya
Heliosentris : Matahari sebagai pusat peredaran tata surya
Yang benar Heliosentris
3. Aristarchus dan Nicolas Copernicus
4. Sebagai pemula adalah Empedocles
5. Memasukkan dalam air yang penuh sehingga luber (tumpah)
"hukum Archimedes"
6. Aristoteles
7. Archimedes
8. Jika posisi bumi di antara bulan dan matahari. (Thales, Anaxagoras, Aristarchus)
9. Zat cair (Massa Jenis benda, percepatan gravitasi, kedalaman zat cair) benda padat (gaya tekan, massa, luas alas)

10. a. Nicolas Copernicus d. Roger Bacon
b. Al-Haitam e. Roger Bacon
c. Archimedes
11. Empedocles, Leucippus, Demokritus,
12. Matahari – Merkurius – Venus – Bumi – Mars – Yupiter – Saturnus
– Uranus – Neptunus – Pluto
13. Roger Bacon, Al-Biruni, Al-Haitam, Claudius Ptolemeus,
14. Adanya refraksi cahaya matahari di atmosfer. Sinar matahari yang mengenai tetesan air hujan mengalami pembiasan. Al-Haitam
15. Cara menghubungkan dua titik dalam lingkaran yang saling memotong dan membuat sudut yang sama besar
16. Benda – cahaya – mata (kornea – iris – pupil – lensa – retina) – terbentuklah bayangan (dapat melihat)
17. Membuat massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis air laut, Archimedes
18. Benda bisa melayang karena massa jenisnya sama dengan massa jenis zat. Prinsip melayang, tenggelam, terapung dari Archimedes.
19. Jika posisi bumi diantara bulan dan matahari. (Thales, Anaxagoras, Aristarchus)
20. Ada gaya Archimedes
21. Archimedes
22. Perbandingan berat di udara dengan berat zat cair yang dipindahkan

PERIODE II

- 1.1** A – B – C – B – A
- 1.2** a. Periode : banyaknya waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali ayunan
b. Frekuensi : jumlah getaran tiap detik
- 1.3** $\frac{1}{2}$ s
- 1.4** $2,45/\pi^2$
- 1.5** Ada gaya gravitasi bumi
- 1.6** 125 m
- 1.7** a. 4 s
b. 39,2 m/s
- 1.8** Kelebihan air raksa: perubahan volume teratur, dapat mengukur suhu tinggi (-39°C , titik didih 357°C), tidak membasahi dinding kaca, merupakan konduktor yang baik, tetapi harganya sangat mahal. Kelebihan alkohol : pemuaianya teratur, dapat mengukur suhu rendah (-115°C sampai 78°C), tidak membasahi dinding kaca, harganya murah tetapi tidak bisa mengukur suhu tinggi.
- 1.9** -115°C
- 1.10** a. 138 kali b. 140 kali
- 1.11** 1). 1,5 detik 2). $11,25\sqrt{3}$ m 3). 2,81 m
- 2.1** Perihelium : jarak terdekat dengan matahari.
Aphelium : jarak terjauh dari matahari.
- 2.2** Rotasi : perputaran pada porosnya (sumbunya).
Revolusi : berputar mengelilingi benda lain (Matahari)

- 2.3** Ya, matahari berotasi dengan arah sesuai dengan arah rotasi sebagian besar planet dan satelit
- 2.4** Gaya gravitasi Matahari sangat besar (± 27 kali gravitasi bumi)
- 2.5** 40,45 tahun
- 2.6** 5,2 satuan astronomi
- 3.** Udara mempunyai berat
- 4.1** Barometer
- 4.2** a. 10^5 b. 760 c. 76 d. 1
- 5.1** 864 N
- 5.2** 10 N
- 5.3** a. $1/6$ b. $1/6$ c. $1/6$
- 6.1** $\frac{1}{2}$
- 6.2** $\frac{1}{4}$
- 6.3** 5 liter
- 6.4** 20 liter
- 6.5** $\frac{1}{2}$ kali semula
- 6.6** Asam : senyawa yang dalam air mampu menghasilkan ion hidrogen atau hidronium.
 Basa : senyawa yang dalam air mampu menghasilkan ion hidroksida.
 Alkali : kelompok unsur kimia pada Golongan 1 tabel periodik, kecuali hidrogen.
- 6.7** Unsur : bagian terkecil dari benda zat kimia yang tidak dapat dibagi lagi menjadi zat yang lebih kecil atau tidak dapat diubah menjadi zat kimia lain dengan menggunakan metode kimia biasa.

Senyawa : zat yang terbentuk dari penggabungan unsur-unsur dengan pembagian tertentu.

Campuran : gabungan dari dua zat atau lebih yang hasil penggabungannya masih mempunyai sifat yang sama dengan zat aslinya.

6.8 Besi (unsur), air (senyawa), gula (senyawa), teh (campuran), emas (unsur), belerang (unsur), kopi (campuran)

6.9 HCl (asam kuat), H_2SO_4 (asam kuat), NaOH (Basa kuat), NH_4OH (Basa lemah), H_3PO_4 (Asam kuat), CH_3COOH (Asam lemah)

7.1 Gaya yang menuju pusat lingkaran

7.2 $F_s = m \cdot a_s$

7.3 Pusat lingkaran

7.4 60 N

7.5 Polarisasi : sebagian terserap
difraksi : pelenturan cahaya

7.6 Refleksi (Pemantulan), refraksi (pembiasan), interferensi (perpaduan)

8.1 $[\text{M}]^{-1} [\text{L}]^3 [\text{T}]^{-2}$

8.2 Ada gravitasi bumi

8.3 Karena di dalamnya diberi tikus yang otomatis akan bergerak

8.4 Karena tertiup angin di atas atap

8.5 Rumus penting yang memberikan ekspansi pangkat dari penjumlahan

8.6 $18,6 \times 10^{-43} \text{ N}$

8.7 $13,34 \times 10^{-7} \text{ m/s}^2$

8.8 Benda diam cenderung diam, benda bergerak cenderung bergerak.

yang bertekanan dan temperaturnya lebih tinggi. Di dalam ketel mula-mula air dipanaskan sampai mencapai titik didihnya, kemudian kedua proses ini diuapkan kira-kira pada tekanan yang tetap. Selanjutnya uap yang sangat panas pada tekanan yang sama, dibiarkan mengalir ke dalam silinder. Dalam hal ini uap memuai dengan proses yang mendekati proses adiabatik untuk mendorong piston. Proses ini berlangsung sampai tekanan dan temperaturnya menurun mendekati tekanan dan temperatur turbin di dalam pengembun. Akhirnya, uap mengembun menjadi air dengan tekanan dan temperatur semula. Maka siklus sudah lengkap atau kembali ke awal.

14.1 Sifat-sifat gas ideal:

- terdiri dari partikel yang sangat banyak
- partikel tersebar merata keseluruh ruangan
- partikel bergerak bebas kesegala arah
- ukuran partikel jauh lebih kecil dibanding jarak antar partikel
- tidak ada gaya tarik/ tolak antara partikel ataupun dengan dinding ruangan
- jika terjadi tumbukan, termasuk jenis tumbukan lenting sempurna
- berlaku hukum Newton tentang gerak

14.2 Kawat, besi, baja, nikel, dll

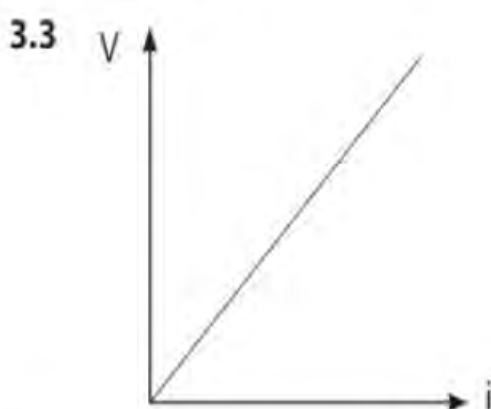
Jawaban Evaluasi Periode II

1. Boyle
2. Elektroforus

3. a. 302
b. 572
4. a. kalorimeter
b. Barometer
c. Termometer
5. Newcomen
6. Joseph Black
7. Anaxagoras, Joule, Helmholtz dan Mayer "Energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan"
8. Karena dapat digunakan untuk mengukur suhu tinggi (air raksa) dan mengukur suhu rendah (alkohol).
9. Kelvin, Fahrenheit, Pascal, Volta, James Watt,
10. Galileo, Fahrenheit, Kelvin, Celsius, Reamur
11. Newton, benar.
12. Boyle
13. Karena Newton telah memasukkan seekor tikus di dalamnya.
14. Dengan mendekatkan sebuah penggaris plastik yang telah diinduksi oleh magnet.
15. Joseph Black
16. Galileo
17. Pascal
18. Sama, apalagi berat benda juga sama.
19. Huygens
20. Deret logam: seng – timah – timbal – besi – tembaga – platina – emas – perak – grafit – arang. Alessandro Volta

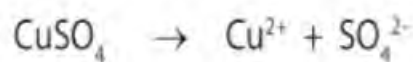
PERIODE III

- 1.1 Kemampuan lensa mata untuk mengembang dan memipih.
- 1.2 a. 75×10^{-3} b. 500 N/m^2 c. $6666,67 \text{ N}$
- 2.1 Alat untuk mengukur besarnya kuat arus listrik yang melalui suatu kumparan.
- 2.2 Menuju titik K
- 2.3 Ke luar
- 3.1 Amperemeter
- 3.2 Sebanding dengan tegangan dan berbanding terbalik terhadap kuat arus.



- 3.4 Jenis bahan, panjang kawat, luas penampang kawat
- 3.5 a. $8,76 \text{ ohm}$ b. $0,68 \text{ A}$
- 4.1 $\frac{1}{4}$ kali semula
- 4.2 $9,6 \text{ atm}$
- 4.3 Jumlah masa gas tidak berubah, susunan gas tidak berubah dengan kata lain dalam gas tidak terjadi reaksi kimia dan tidak ada perubahan wujud.
- 4.4 Alat pengukur tekanan udara

4.5 Menyerupai logam, padat setelah didinginkan, iod adalah padatan berkilauan berwarna hitam kebiru-biruan, menguap pada suhu kamar menjadi gas ungu biru dengan bau menyengat. Iod membentuk senyawa dengan banyak unsur, tapi tidak sereaktif halogen lainnya, yang kemudian menggeser iodida. Iod menunjukkan sifat-sifat menyerupai logam. Iod mudah larut dalam kloroform, karbon tetraklorida, atau karbon disulfida yang kemudian membentuk larutan berwarna ungu yang indah. Iod hanya sedikit larut dalam air.



5.2 4,76 g

5.3 0,0075 g

5.4 Medan elektromagnetik adalah daerah di sekitar magnet yang masih dilingkupi magnet

Induksi elektromagnetik adalah arus listrik yang ditimbulkan medan magnet

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian elektrolit oleh arus listrik searah dengan menggunakan dua macam elektroda.

Kation adalah ion positif

Anion adalah ion negatif

Katoda adalah elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif

Anoda adalah elektroda yang dihubungkan dengan kutub positif

Ion adalah suatu atom atau molekul dengan jumlah elektron yang lebih atau kurang dari biasanya, yang memberikannya muatan listrik positif atau negatif

Ionisasi adalah proses di mana atom yang netral kehilangan sebuah elektron dan dari sebuah elektron akan menjadi elektron negatif.

- 6.1** 0,24 kal dan 4,2 Joule
- 6.2** Perbandingan antara usaha atau kerja yang dilakukan dengan energi yang didapatkan merupakan suatu bilangan yang konstan (tetap), yaitu sebesar $4,186 \times 10^3$.
- 6.3** Penyelidikan yang dilakukan Joule dan Thompson bahwa apabila gas dibiarkan berkembang tanpa melakukan kerja ke luar maka gas itu akan turun.
- 7.1** 33240 atm
- 7.2** 62,325 atm
- 7.3** 900 K
- 7.4**
- Terdiri dari partikel yang sangat banyak.
 - Partikel tersebar merata keseluruh ruangan.
 - Partikel bergerak bebas kesegala arah.
 - Ukuran partikel jauh lebih kecil dibanding jarak antar partikel.
 - Tidak ada gaya tarik/ tolak antara partikel ataupun dengan dinding ruangan.
 - Jika terjadi tumbukan, termasuk jenis tumbukan lenting sempurna.
 - Berlaku hukum Newton tentang gerak.
- 9.1** Proses difusi atau hamburan cahaya yang disebabkan oleh molekul-molekul udara dan partikel-partikel dalam debu.
- 9.2** Karena partikel-partikel gas mempunyai kemampuan untuk menyerap dan memancarkan panas sehingga dapat terjadi hamburan cahaya matahari.

- 9.3** Karena sinar biru telah dihamburkan ke segala arah oleh debu dalam udara.
- 10.** Terjadi karena pantulan dari bermacam-macam gelombang cahaya oleh partikel-partikel. Pada siang hari sinar biru dihamburkan ke segala arah oleh debu dalam udara sedangkan sinar merah lebih sulit dihamburkan.
- 11.** a. $6\pi \times 10^{-3} \text{ s}$ b. $166,67/\pi \text{ Hz}$
- 12.1** 7 A ke luar
- 12.2** 1 A masuk
- 12.3** Dinding kaca termos dalam dan luar dibuat mengkilap. Bagian dalam kaca dibuat mengkilap agar kalor dari air panas tidak diserap oleh dinding sehingga air tetap panas. Sedangkan dinding kaca bagian luar dibuat mengkilap berlapis perak agar tidak terjadi perpindahan panas secara radiasi.
- 12.4** a. 5796 K b. $6,41 \times 10^7 \text{ W/m}^2$

Jawaban Evaluasi Periode III

1. Clausius
2. JWS. Rayleigh
3. Thomas Young, Ampere, Maxwell,
4. 16 : 1
5. Kelvin, Joule, Faraday, George Simon Ohm, Andre Maria Ampere.
6. Rayleigh
7. Perpaduan cahaya

8.
 - a. Ampermeter
 - b. Ohmeter
 - c. Termometer
 - d. Voltmeter
9. Maxwell
10. Telegram: surat kawat
Telphon: suara langsung
Telegraph: alat mengirimkan telegram
11. Pascal, Thomas Alva Edison,
12. John Tyndall
13. John Tyndall
14. Clausius, Faraday
15. I (meskipun suatu bentuk energi telah berubah ke dalam bentuk energi yang lainnya, tetapi jumlah seluruh energi itu selalu tetap).
II (Panas tidak dapat berpindah dengan sendirinya dari badan yang lebih dingin ke badan yang lebih panas.”)
16. Prinsip tentang zat cair yang bergerak seperti pada persamaan kontinuitas, momentum, Bernoulli, dll
17. Lord William Thomson Kelvin
18. Cesium (Cs)
19. JWS. Rayleigh
20. John Tyndall

PERIODE IV

- 1.1 Karena sesuai dengan nama penemunya, Wilhelm Rontgen.
- 1.2 Panjang gelombangnya sangat pendek, daya tembus kuat, frekuensi antara $10^{16} - 10^{20}$ Hz
- 1.3 Bidang kedokteran, bidang industri
- 1.4 Karena panjang gelombangnya sangat pendek sehingga daya tembusnya kuat.
- 2.1 Arus DC (Direct Current): arus searah, arus AC (Alternating Current): arus bolak-balik.
- 2.2 Gelombang diam (Amplitudonya selalu berubah)
- 2.3 Arus listrik yang ditimbulkan medan magnet
- 3.1



<http://kimiasmk.blog.com>

- 3.2 Muatan: $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ dan massa: $9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- 3.3 Proton: muatan positif
elektron: muatan negatif
neutron: netral.
- 4.1 a. $3,6 \times 10^{13} \text{ J}$ b. $3,6 \times 10^{13} \text{ J/s}$
- 5.1 a. U b. Ra c. Po
- 5.2 Dipanaskan hingga mencapai suhu Currie

6.1 Alfa (α), beta (β) dan gamma (γ)

6.2 **Sinar alfa** (partikel yang identik dengan inti atom Helium, dibelokkan oleh medan magnet dan medan listrik, daya tembus paling lemah diantara beta dan gamma, mempunyai daya ionisasi terkuat, kecepatan dalam ruang hampa mencapai 0,054 c hingga 0,07c).

Sinar beta (partikel yang identik dengan elektron bergerak dengan kecepatan tinggi, daya tembus sedang diantara alfa dan gamma, massanya kecil, mudah dibelokkan dengan kuat oleh medan magnet dan medan listrik, kecepatan dalam ruang hampa mencapai 0,32 c hingga 0,9c).

Sinar gamma (merupakan gelombang elektromagnetik, frekuensi sangat besar, tidak dibelokkan oleh medan magnet dan medan listrik, kecepatannya sama dengan kecepatan cahaya dalam ruang hampa)

8.1 0,9 c arah sumbu x negatif

8.2 $9 \times 10^{21} \text{ J}$

9.1 $^{222}_{86}\text{Rn}$

9.2 $^{230}_{90}\text{Th}$

9.3 $^{206}_{82}\text{Pb}$

10. Heinrich Hertz

11. Partikel alfa akan menghasilkan lintasan dengan titik-titik yang masing-masing berdiri sendiri. Partikel gamma menghasilkan lintasan lurus dengan dikelilingi titik-titik yang arahnya tidak teratur.

12. Ada, misalnya isotop buatan dari BATAN: ^{24}Na , ^{32}P , ^{51}Cr

13.1 Pemisahan atau pengosongan elektron

13.2 Proton, neutron, elektron, positron, detron dll

14.1 $5,525 \times 10^{-24} \text{ m}$

14.2 a. $4,85 \times 10^{-9} \text{ m}$

b. $2,64 \times 10^{-13} \text{ m}$

c. $8,84 \times 10^{-40} \text{ m}$

Jawaban pertanyaan Periode IV

1. a. Becquerel
b. Mark Planck
c. Becquerel
2. Wilhelm Rontgen, JJ. Thomson, Piere dan Marie Curie, Becquerel, Lorentz, Einstein, Rutherford, Marconi, CTR. Wilson, Robert Millikan, De Broglie.
3. William Aston.
4. Piere dan Marie Curie, Becquerel, Aston, Wilson, Rutherford, Einstein, J.J. Thomson, Rontgen.
5. J.J. Thomson
6. Elektron sebagai partikel dan gelombang
7. Peristiwa terlepasnya elektron-elektron dari permukaan logam (elektron foto) ketika logam tersebut disinari cahaya.
8. Nikola Tesla satuan Induksi magnetik Tesla.
9. CTR. Wilson, Einstein
10. Suhu yang dapat menghilangkan kemagnetan suatu bahan ferromagnetik.

11. Ferromagnetik: kobal, besi, nikel, gadolinium.
Paramagnetik: aluminium, mangan, platina, timah, wolfram, oksigen udara, dll.
Diamagnetik: timbel, bismuth, emas, perak, raksa, air, tembaga, posfor dll.
12. Markis Marconi
13. Kamar kabut Wilson atau detektor radiasi
14. William Aston
15. Listrik yang arusnya dapat dibalik arahnya, misal dari AB dibalik menjadi BA
16. Spektograf Massa
17.
 - a. Planck
 - b. Einstein
 - c. Einstein
 - d. Einstein
18. kelajuan cahaya di ruang hampa ke segala arah sama untuk semua pengamat dan tidak tergantung pada gerak pengamat ataupun sumber cahayanya.
19. Selain berfungsi sebagai gelombang juga sebagai partikel
20. Cahaya sebagai gelombang dan sebagai partikel.

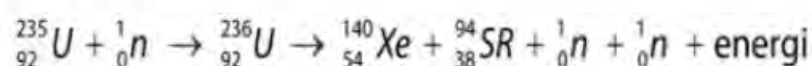
PERIODE V

1. Salah satunya adalah prinsip ketidakpastian. Prinsip itu umumnya dianggap salah satu prinsip yang paling mendalam di bidang ilmiah dan paling punya daya jangkauan jauh
- 2.1 Reaksi pembelahan inti
- 2.2 $^{140}_{54}\text{Xe}$ dan $^{94}_{38}\text{Sr}$
3. $4,05 \times 10^{-8} \text{ m}$
- 4.1 Ya sampai sekarang ditemukan ada 22 unsur buatan (sintetis)
- 4.2 Teknetium, Teknesium,
6. Be 4, Mg 12, Al 13, B 5, U 92.
- 9.1 Memiliki struktur seperti kulit elektron yang berlapis-lapis dengan diameter yang berbeda-beda, terdapat inti atom yang berlapis-lapis sebagai tempat proton dan neutron.

Jawaban Pertanyaan Periode V

1. Salah satunya adalah prinsip ketidakpastian. Prinsip itu umumnya dianggap salah satu prinsip yang paling mendalam di bidang ilmiah dan paling punya daya jangkauan jauh
2. Teori klasik Newton tidak mampu menjangkau semua partikel-partikel seperti atom yang sangat kecil atau suatu hal yang lebih rumit lagi, makanya dilakukan pemecahan masalah menggunakan teori kuantum.
3. Dalam peralatan modern seperti mikroskop elektron, transistor, laser

4. Thorium-C, Radioactinium, Thorium.
5. Peluruhan: perubahan menjadi unsur lain dengan memancarkan sinar tertentu.



6. Joliot dan Irene Curie
7. Dapat (menurut teori mekanika kuantum)
8. Otto Hahn
9. Gelombang elektron
10. Dicuri oleh Neutrino
11. Fermium
12. Penghamburan sinar-X
13. karena sinar Rontgen dapat memendarkan beberapa macam benda yang disinarnya.
14. Aluminium, boron, magnesium
15. Daniel Jensen

GLOSARIUM

- Alkali : kelompok unsur kimia pada Golongan 1 tabel periodik, kecuali hidrogen.
- Anion : ion negatif.
- Anoda : elektroda yang dihubungkan dengan kutub positif.
- Aphelium : jarak terjauh planet dari matahari.
- Asam : senyawa yang dalam air mampu menghasilkan ion hydrogen/hidronium.
- Atom : Bagian terkecil dari suatu benda.
- Akomodasi : kemampuan lensa mata untuk mengembang dan memipih.
- Ampermeter : alat untuk mengukur kuat arus.
- Astronomi : ilmu perbintangan.
- Amber : zat yang keluar dari tumbuh-tumbuhan berwarna kekuning- kuningan.
- Atmosfer : lapisan udara dalam matahari.
- Barometer : alat mengukur tekanan.
- Basa : senyawa yang dalam air mampu menghasilkan ion hidroksida.
- Berat jenis : berat suatu unsur dalam udara.
- Campuran : gabungan dari dua zat atau lebih yang hasil penggabungannya masih mempunyai sifat yang sama dengan zat aslinya.

Difraksi	: pelenturan cahaya.
Diamagnetik	: bahan yang ditolak oleh magnet.
Difusi	: hamburan cahaya.
Eksperimen	: percobaan.
Elektroforus	: alat yang secara induksi dapat menghasilkan muatan listrik.
Elektrolisis	: peristiwa penguraian elektrolit oleh arus listrik searah dengan dua macam elektroda.
Fisika klasik	: ilmu (teori) fisika pada masa dulu (Newton).
Fisika Modern	: ilmu (teori) fisika pada masa sekarang (Heisenberg, Planck, Einstein dll).
Ferromagnetik	: bahan yang ditarik kuat oleh magnet.
Frekuensi	: jumlah getaran tiap detik.
Gravitasi	: gaya tarik-menarik yang dimiliki oleh bumi, bulan dan matahari.
Geosentris	: bumi sebagai pusat peredaran tata surya
Gerhana bulan	: Jika posisi bumi diantara bulan dan matahari.
Gerhana matahari	: Jika posisi bulan diantara bumi dan matahari.
Heliosentris	: matahari sebagai pusat peredaran tata surya.
Induksi elektromagnet	: arus listrik yang ditimbulkan medan magnet.
Inersia	: kelembaman.
Interferensi	: perpaduan cahaya.
Ion	: suatu atom atau molekul dengan jumlah elektron yang lebih atau kurang dari biasanya, yang memberikannya muatan listrik positif atau negatif.
Ionisasi	: proses di mana atom yang netral kehilangan sebuah elektron dan dari sebuah elektron akan menjadi elektron negatif.

Isolator	: Bahan yang tidak bisa dialiri listrik.
Kapasitas kalor	: banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebanyak 1°C atau 1 K. Satuannya J/K.
Kalor jenis	: banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C atau 1 K. Satuannya J/kg K.
Kalor	: panas.
Kalorimeter	: alat untuk mengukur panas (kalor).
Kation	: ion positif.
Katoda	: elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif.
Massa jenis	: massa tiap satuan volume.
Medan elektromagnet	: daerah di sekitar magnet yang masih dilingkupi magnet.
Melayang	: keadaan benda yang massa jenisnya sama dengan massa jenis zat cair.
Mikroskop	: alat untuk melihat benda-benda yang sangat kecil.
Orbit	: lintasan yang dilalui planet-planet dalam tata surya.
Paramagnetik	: bahan yang ditarik lemah oleh magnet.
Perihelium	: jarak terdekat suatu planet dari matahari.
Periode	: banyaknya waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali ayunan.
Pendulum	: bandul.
Polarisasi	: penyerapan cahaya.
Problem Al Hazen	: cara menghubungkan suatu titik dalam lingkaran dengan besar sudut yang sama.
Refleksi	: pemantulan cahaya.
Refraksi	: pembiasan cahaya.

Revolusi	: perputaran mengelilingi matahari.
Rotasi	: perputaran pada porosnya.
Ruang hampa	: ruang kosong tanpa adanya udara.
Senyawa	: zat yang terbentuk dari penggabungan unsur-unsur dengan pembagian tertentu.
Tata surya	: benda-benda angkasa seperti Matahari, Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Uranus, Neptunus, Pluto, bintang-bintang dan sebagainya.
Teori kuantum	: teori fisika modern
Terapung	: keadaan benda yang massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis zat cair.
Termometer	: alat ukur suhu.
Teropong	: alat untuk melihat benda-benda yang letaknya jauh di luar angkasa.
Tenggelam	: keadaan benda yang massa jenisnya lebih besar dari massa jenis zat cair.
Tuas	: pengungkit atau jungkat-jungkit.
Unsur	: bagian terkecil dari benda zat kimia yang tidak dapat dibagi lagi menjadi zat yang lebih kecil, atau tidak dapat diubah menjadi zat kimia lain dengan menggunakan metode kimia biasa.
Voltmeter	: alat untuk mengukur tegangan.

INDEKS

A

Atom: 21, 146, 171, 172

Asam: 74, 178, 179

Anion: 116, 184

Anoda: 116, 184

Aphelium: 62, 63, 177

Astronomi: 44, 45

B

Basa: 74, 178, 179

Barometer: 178, 182

Berat jenis: 41

C

Campuran: 179

D

Diamagnetik: 191

E

Elektrolisis: 114, 116, 127, 184

Eksperimen: 33, 50, 55, 68, 70, 74,
93, 96, 153, 157

F

Ferromagnetik: 191

Frekuensi: 17, 52, 129, 138, 177

G

Gravitasi: 51, 79

Geosentris: 23, 24, 35, 45, 175

Gerhana (bulan, matahari): 15,
18, 24

H

Heliosentris: 24, 25, 43, 44, 45, 57,
175

I

Induksi elektromagnetik: 116, 184

Interferensi: 102

Ion: 116, 184

Ionisasi: 116, 185

Isolator: 180

K

Kalor: 90, 92, 99, 116, 126, 128, 180

Kation: 116, 184

Katoda: 116, 184

M

Massa jenis: 29, 31

Mikroskop: 58

O

Orbit: 62

P

Paramagnetik: 191

Perihelium: 62, 63, 177

Periode: 45, 49, 51, 52, 99, 101, 129, 135, 136, 160, 163, 172, 175, 177, 181, 186, 190, 192

Polarisasi: 77, 179

Problem Al Hazen: 39

R

Rotasi: 177

Revolusi: 177

Refleksi: 178

Refraksi: 38

S

Senyawa: 179

T

Teori kuantum: 161, 163

Teori klasik: 192

Termometer: 55, 87, 182, 187

U

Unsur: 20, 23, 136, 151, 173, 178

V

Voltmeter: 187

DAFTAR PUSTAKA

- Foster, Bob. 2000. *Fisika SMU*. Jakarta: Erlangga.
- Kanginan, Marthen. 2007. *Fisika SMA*. Jakarta: Erlangga.
- M. Suratman. 2001. *Fisika 2 SMK*. Bandung: Armico.
- Nugroho, Djoko. 2005. *Evaluasi Mandiri Fisika SMA*. Jakarta Utara: Erlangga.
- Paddusa, Amin Genda. 1998. *Sejarah Fisika*. Yogyakarta: IKIP Yogyakarta.
- Prasodjo, Budi. 2003. *Teori dan Aplikasi Fisika*. Bogor: Yudistira
- Sudirman. 2010. *Fisika SMK*. Jakarta: Erlangga.
- Sunardi, Etsa Indra Irawan. 2007. *Fisika Bilingual*. Bandung: CV.Yrama Widya.
- VanCleave, Janice. 2005. *204 Sticky, Gloppy, Wacky, and Wonderful Experiments (204 Percobaan-percobaan yang Menakjubkan) (edisi Bahasa Indonesia)*. John Wiley & Sons, Inc.

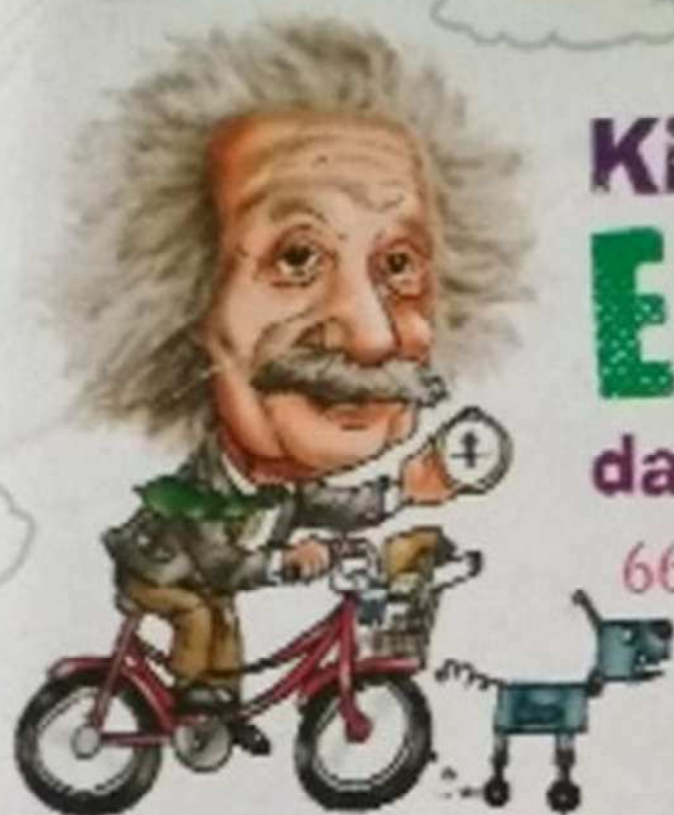
Gambar Tokoh-tokoh fisika diambil dari:

en.wikipedia.org
ru.wikipedia.org
nobelprize.org
famousscientists.org
scientific-web.com
sciencephoto.com

TENTANG PENULIS

Nini Subini, lahir di Bantul, 21 Februari 1980. Cita-citanya menjadi seorang guru membuatnya mengambil jurusan Pendidikan Fisika di Universitas Negeri Yogyakarta. Kiprahnya di dunia sekolah dimulai dari mengajar di SD Muhammadiyah Sapen Yogyakarta, SMP Muhammadiyah 10 Yogyakarta, SMP N 7 Yogyakarta dan terakhir sampai sekarang mengajar di SMK di Yogyakarta.

Ibu dua orang anak, Alfi Syahrin Ikhlas Firly dan Nazwa Hasfi Al-Lubna menggeluti dunia tulis menulis sejak kelas dua SMA. Hobinya menekuni dunia maya, berkhayal dan bermain dengan kata-kata mengantarkannya menjadi seorang penulis. Salah satu hasil karyanya adalah buku yang Anda baca sekarang ini.



Kisah Menarik **EINSTEIN** dan Kawan-kawan

66 Tokoh Fisika Dunia
Sepanjang Sejarah

Ada banyak tokoh yang menyumbangkan hasil penemuannya terhadap kemajuan dunia dan semua akan dibahas tuntas dalam buku ini!

Selain membahas tentang siapa dan apa yang telah para tokoh sumbangkan, buku ini juga dilengkapi dengan eksperimen dan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan para ilmuwan. Juga, terdapat pertanyaan-pertanyaan seputar persoalan yang dihadapi setiap tokoh dalam tingkat periodenya.

Tidak hanya mengenal sang tokoh, dengan membaca buku ini kamu juga akan memperoleh pengetahuan mengenai rumus-rumus praktis sains. Buku yang sangat menghibur sekaligus mendidik!

ISBN 978-602-98183-3-2



9 786029 818352

Penulis: R. H. R. H. H. H.
Ilustrasi: R. H. R. H. H. H.
Ditulis: R. H. R. H. H. H.