

Matatura

fizyka

◆ vademecum ◆

- ◆ zadania jak w tegorocznych testach
- ◆ prosty i zrozumiały język
- ◆ wszystkie wiadomości niezbędne i wymagane przed maturą

PODSTAWOWE STAŁE FIZYCZNE

Nazwa	Symbol	Wartość
przyspieszenie ziemskie	g	$9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
stała grawitacji	G	$6,61 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$
liczba Avogadra	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$
stała Boltzmana	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
stała Faradaya	F	$9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$
prędkość światła	c	$3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
ładunek elementarny	e	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$
masa spoczynkowa elektronu	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$
masa spoczynkowa protonu	m_p	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$
promień pierwszej orbity Bohra	r_I	$5,29 \cdot 10^{-11} \text{m}$
masa spoczynkowa neutronu	m_n	$1,67 \cdot 10^{-27}$
średni promień Ziemi	R	6400 km
masa Ziemi	M	$5,96 \cdot 10^{24} \text{kg}$
średnia odległość Ziemi od Słońca	r	$1,5 \cdot 10^8 \text{km}$
masa Słońca	m_S	$1,99 \cdot 10^{30} \text{kg}$
rok świetlny	–	$9,4605 \cdot 10^{15} \text{m}$
temperatura zera bezwzględnego	T_0	$-273^\circ\text{C} = 0 \text{K}$
jednostka masy atomowej	u	$1,66053 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

PODSTAWOWE I UZUPEŁNIAJĄCE JEDNOSTKI MIĘDZYNARODOWEGO UKŁADU JEDNOSTEK SI

Wielkość	Nazwa jednostki	Oznaczenie
Jednostki podstawowe		
długość	metr	m
masa	kilogram	kg
czas	sekunda	s
natężenie prądu elektrycznego	amper	A
temperatura	kelwin	K
światłość	kandela	cd
ilość materii	mol	mol
Jednostki uzupełniające		
kąt płaski	radian	rad
kąt bryłowy	steradian	sr

PODSTAWOWE POJĘCIA

METR – odległość przebyta przez światło w próżni w czasie $\frac{1}{299\,792\,458}$ sekundy.

KILOGRAM – masa międzynarodowego wzorca tej jednostki przechowywanego w Międzynarodowym Biurze Miar w Sèvres pod Paryżem.

SEKUNDA – czas trwania 9 192 631 770 okresów promieniowania, odpowiadającego przejściu między dwoma nadsubtelnymi poziomami stanu podstawowego atomu cezu 133.

AMPER – natężenie prądu elektrycznego stałego, który, płynąc w dwóch równoległych prostoliniowych przewodnikach o nieskończonej długości i zaniedbywalnie małym przekroju poprzecznym, znajdujących się w próżni w odległości 1 metra od siebie, wywołałby między tymi przewodnikami siłę równą $2 \cdot 10^{-7}$ niutona na każdy metr długości przewodnika.

KELWIN – $\frac{1}{273,16}$ temperatury termodynamicznej punktu potrójnego wody.

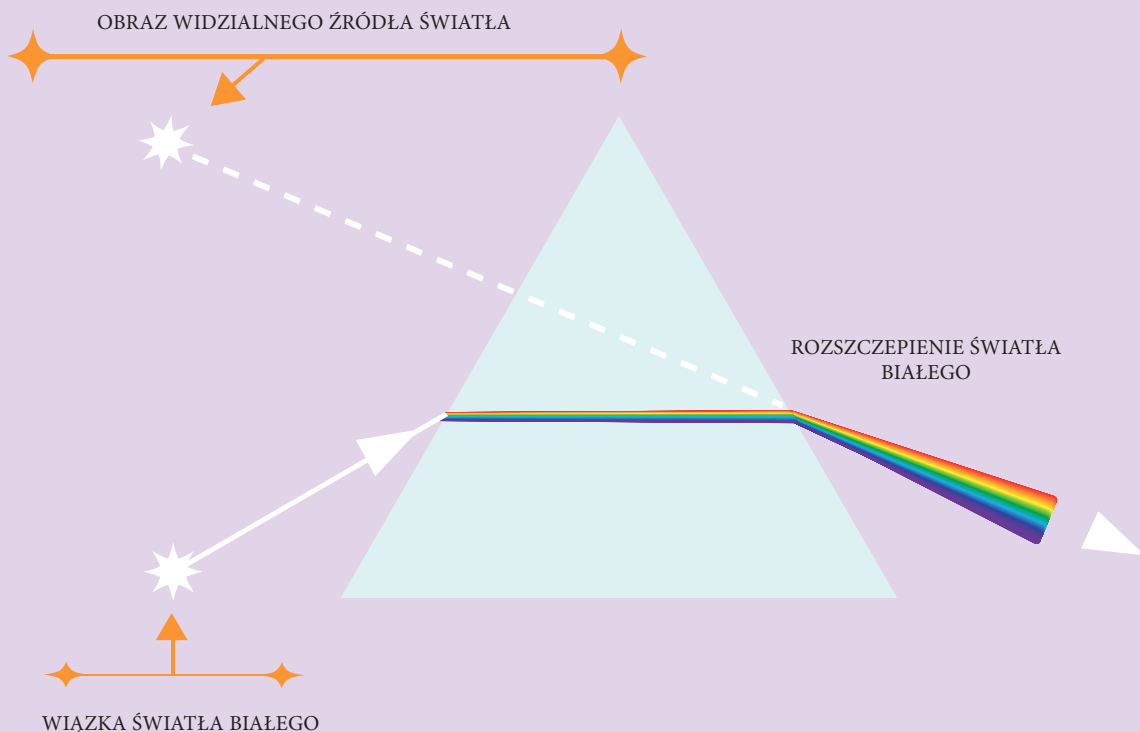
KANDELA – światłość, jaką ma w określonym kierunku źródło emitujące monochromatyczne promieniowanie o częstotliwości $540 \cdot 10^{12}$ Hz i którego natężenie promieniowania w tym kierunku jest równe $\frac{1}{683} \frac{W}{sr}$.

MOL – ilość materii układu zawierającego liczbę cząsteczek lub cząstek równą liczbie atomów zawartych w masie 0,012 kg czystego nuklidu węgla 12.

RADIAN – kąt płaski zawarty między dwoma promieniami koła wycinającymi z okręgu tego koła łuk o długości równej promieniowi.

STERADIAN – kąt bryłowy o wierzchołku w środku kuli wycinającym z powierzchni tej kuli pole równe kwadratowi jej promienia.

WIDMO ŚWIATŁA BIAŁEGO W PRYZMACIE



Vademecum Maturzysty Fizyka

Autorka:

Elżbieta Senderska

Nadzór merytoryczny:

Krzysztof Barczyński, Maria Mikucka, Wojciech Żukowski, Mateusz Wasiluk, Marek Wernicki

Redakcja i korekta:

Agnieszka Antosiewicz, Paulina Roszak-Niemirska, Maria Zagnińska

ISBN 978-83-7517-662-9

Wydanie IV uzupełnione

© Copyright by Wydawnictwo „GREG”

Wydawnictwo GREG®

ul. Klasztorna 2B

31-979 Kraków

tel. (12) 680 15 50

www.greg.pl

Księgarnia internetowa: www.greg.pl

Znak firmowy GREG® zastrzeżony w Urzędzie Patentowym RP.

Wszystkie prawa zastrzeżone.

Żadna część niniejszej publikacji nie może być reprodukowana
lub przedrukowana bez pisemnej zgody Wydawnictwa GREG®.

Skład i łamanie:

Pracownia Register

Projekt i opracowanie graficzne okładki:

Parastudio, www.parastudio.pl

Zdjęcia:

shutterstock.com: AlisaNata, Awstok, Macrovector

SPIS TREŚCI

OGÓLNE INFORMACJE O EGZAMINIE	I
FIZYKA ATOMOWA	9
Opis promieniowania ciał, widma ciągłe i liniowe	9
Założenia kwantowego modelu światła	10
Foton i jego energia	11
Zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali, zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne.	12
Zasada działania fotokomórki	14
Zasada zachowania energii w wyznaczaniu częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy.	16
Mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego.	20
Długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek	21
FIZYKA JĄDROWA	24
Podstawowe pojęcia fizyki jądrowej: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron	24
Ustalenie składu jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej	24
Energia spoczynkowa, deficyt masy i energii wiązania	25
Właściwości promieniowania jądrowego α , β , γ	28
Rozpady alfa, beta, pojęcie jądra stabilnego i niestabilnego	28
Promieniowanie α , β	29
Promieniowanie γ	30
Cechy promieniowania jądrowego wysłanego przez izotopy radioaktywne	30
Rozpad izotopu promieniotwórczego – czas połowicznego rozpadu	31
Metoda datowania węglem ^{14}C	33
Reakcje jądrowe – synteza i rozszczepienie	36
Wykrywanie promieniowania jonizującego	39
Wpływ promieniowania jądrowego na materię oraz na organizmy żywe	40
Przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości i energii jądrowej	41
Reakcja rozszczepienia uranu ^{235}U zachodząca w wyniku pochłonięcia neutronu, warunki zajścia reakcji łańcuchowej.	42
Działanie elektrowni atomowej	44
Korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej	44
Reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach	45
Bomba atomowa i bomba wodorowa	47

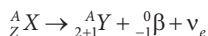
RUCH PUNKTU MATERIALNEGO	48
Wielkości wektorowe, skalarne	48
Działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe)	48
Dodawanie (składanie) wektorów	49
Odejmowanie wektorów	51
Rozkładanie wektora na składowe	51
Iloczyn wektora przez liczbę	52
Iloczyn skalarny wektorów	52
Iloczyn wektorowy wektorów	52
Opis ruchu w różnych układach odniesienia	53
Prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej	53
Związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym	56
Rysowanie i interpretacja wykresów zależności parametrów ruchu od czasu	60
Obliczanie parametrów ruchu podczas swobodnego spadku	68
Rzut pionowy	69
Swobodny ruch ciał	74
Pierwsza zasada dynamiki Newtona	74
Ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona	74
Trzecia zasada dynamiki Newtona w opisie zachowania się ciał	75
Zasada zachowania pędu i zjawisko odrzutu	81
Zderzenia sprężyste i niesprężyste	83
Opis ruchu ciał w układach nieinercjalnych	85
Rola siły tarcia w wyjaśnianiu ruchu ciał	88
Tarcie statyczne i kinetyczne	90
Składanie i rozkładanie siły działającej wzdłuż prostych nierównoległych	93
Ruch jednostajny po okręgu – prędkość i przyspieszenie dośrodkowe	94
Analiza ruchu ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego	96
 MECHANIKA BRYŁY SZTYWNEJ	 100
Pojęcia: punkt materialny i bryła sztywna, granice ich stosowalności	100
Masa i moment bezwładności	101
Obliczanie momentu sił	103
Równowaga sił i momentów sił	105
Wyznaczanie położenia środka masy	110
Ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy (prędkość kątowa, przyspieszenie kątowe)	111
Analiza ruchu obrotowego bryły sztywnej pod wpływem momentu sił	115
Zastosowanie zasady zachowania momentu pędu do analizy ruchu	120
Energia kinetyczna ruchu obrotowego w bilansie energii	120
 ENERGIA MECHANICZNA	 124
Praca siły na danej drodze	124
Energia kinetyczna i potencjalna ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym	127
Zasada zachowania energii mechanicznej w obliczaniu parametrów ruchu	130
Zastosowanie zasady zachowania energii oraz zasady zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych	134
Moc i sprawność urządzeń	138
 GRAWITACJA	 140
Prawo powszechnego ciążenia	140
Siła oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi	140
Wartość, kierunek i zwrot natężenia pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego	143
Kierunek i zwrot wektora natężenia	144
Zasada superpozycji pól	145
Linie pola grawitacyjnego	146

Pole jednorodne i pole centralne.	146
Związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem	146
Związek energii potencjalnej grawitacji z pracą lub zmianą energii kinetycznej	147
Obliczanie okresu ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi.	152
Pierwsza i druga prędkość kosmiczna.	152
III prawo Keplera dla orbit kołowych	157
Wyznaczanie masy ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity	159
TERMODYNAMIKA	160
Założenia gazu doskonałego i zastosowanie równania gazu doskonałego (równania Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu	160
Opis przemian: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej	163
Związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek.	171
Przekaz energii w formie pracy oraz przekaz energii w formie ciepła	175
Pierwsza zasada termodynamiki.	177
Zmiana energii wewnętrznej w izoprzemianach	180
Praca w przemianie izobarycznej i izotermicznej.	180
Pojęcie ciepła molowego w przemianach gazowych.	181
Druga zasada termodynamiki	185
Interpretacja drugiej zasady termodynamiki	186
Wrzenie i parowanie powierzchniowe.	190
Wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy	190
Punkt potrójny wody	192
Pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego	194
RUCH HARMONICZNY I FALE MECHANICZNE	198
Rodzaje fal	198
Efekt Dopplera	199
Ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych)	199
Energia potencjalna sprężystości	202
Okres drgań wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie	203
Okres drgań masy na sprężynie	204
Interpretacja wykresów zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym	206
Drgania wymuszone	207
Zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach	207
Zasada zachowania energii w ruchu drgającym, opis przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu	209
Zastosowanie w obliczeniach związków między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością.	213
Opis zjawiska interferencji, wyznaczanie długości fali na podstawie obrazu interferencyjnego	216
Zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa	218
Opis fali stojącej i jej związek z falami biegnącymi przeciwbieżnie	219
Efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora	222
POLE ELEKTRYCZNE	225
Prawo Coulomba	225
Pojęcie natężenia pola elektrostatycznego	230
Pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego.	232
Graficzna prezentacja pola elektrostatycznego za pomocą linii pola.	235
Pole kondensatora płaskiego, napięcie między okładkami	237
Pojęcie pojemności elektrycznej kondensatora.	239
Pojemność zastępcza	240
Praca potrzebna do naładowania kondensatora	242
Analiza ruchu cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym	244
Przyspieszenie cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym	244
Wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku; piorunochron i klatka Faradaya	246

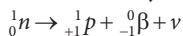
PRĄD STAŁY	250
Pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego	250
Obliczanie oporu przewodnika z jego oporu właściwego i wymiarów geometrycznych	254
Charakterystyka prądowo-napięciowa opornika podlegającego prawu Ohma	256
Półprzewodniki domieszkowane	257
Tranzystor	258
Prawa Kirchhoffa i ich wykorzystanie do analizy obwodów elektrycznych	258
Obliczanie oporu zastępczego oporników połączonych szeregowo i równolegle	263
Praca wykonywana podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu, moc rozproszona na oporze	266
Wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników	268
 MAGNETYZM, INDUKCJA MAGNETYCZNA	272
Przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)	272
Wyznaczanie wektora indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)	274
Analiza ruchu cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym	276
Substancje magnetyczne	279
Zastosowanie materiałów ferromagnetycznych	282
Siła elektrodynamiczna działająca na przewodnik z prądem w polu magnetycznym	283
Zasada działania silnika elektrycznego	285
Strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię	288
Indukcja elektromagnetyczna	288
Obliczanie siły elektromotorycznej powstającej w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej	290
Zastosowanie reguły Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego	295
Opis budowy i zasady działania prądnicy i transformatora	296
Prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne)	299
Samoindukcja	302
Działanie diody jako prostownika	304
 FALE ELEKTROMAGNETYCZNE I OPTYKA	308
Zwierciadła	308
Zwierciadła wklęsłe, skupiające	308
Zwierciadła wypukłe, rozpraszające	309
Widmo fal elektromagnetycznych	309
Źródła fal w poszczególnych zakresach i ich zastosowanie	309
Wyznaczanie prędkości światła	312
Doświadczenie Younga	314
Wyznaczanie długości fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej	319
Polaryzacja światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator	324
Prawa odbicia i załamania fal	327
Wyznaczenie biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków	327
Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, wyznaczanie kąta granicznego	333
Tworzenie obrazów rzeczywistych i pozornych za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających	336
Równanie soczewki, wyznaczanie położenia i powiększenia otrzymanych obrazów	341



FIZYKA JĄDROWA



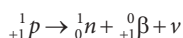
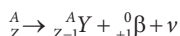
Przemianie tej ulegają jądra, w których znajduje się więcej neutronów niż protonów.



Przemiana β^+

Polega na emisji pozytonu pochodzącego z rozpadu protonu w jądrze pierwiastka, który ulega przemianie. Podczas przemiany typu β^+ proton ulega rozpadowi na neutron, pozyton i neutrino.

Przemianie tej ulegają jądra, w których znajduje się więcej protonów niż neutronów.



■ PROMIENIOWANIE γ

Ponieważ rozpad α oraz oba rozpady β prowadzą do wzbudzonego stanu konfiguracji elektronowej, to **aby przejść ze stanu wzbudzonego na mniej wzbudzony lub podstawowy, atom musi pozbyć się nadmiaru energii**. W tym celu **emituje on kwant energii**, w postaci fali elektromagnetycznej ($h\nu$), o energii $E = h\nu$, co nazywamy właśnie **promieniowaniem γ** . Jest to kolejny typ promieniowania jądrowego, który towarzyszy prawie wszystkim pozostałym procesom promieniotwórczym.

Promieniowanie γ (gamma) jest to rodzaj promieniowania elektromagnetycznego. Ma ono energię biliony razy wyższą niż fale radiowe! Przy tak wysokich energiach zachowuje się bardziej jak cząstka, niż jak fala. Tak więc **promieniowanie γ składa się z wysokoenergetycznych fotonów – kwantów γ** .

Kwanty γ nie mają ładunku elektrycznego, również nie mają masy spoczynkowej. Jako neutralne elektrycznie, bez masy spoczynkowej, ale o wielkiej energii, kwanty γ są **niezwykle przenikliwe** (bez trudu przenikają przez ciała stałe, nawet o grubości liczonej w metrach).

Promieniowanie γ (podobnie jak α i β) ma charakter jonizujący.

■ CECHY PROMIENIOWANIA WYSYLANEGO PRZEZ IZOTOPY RADIOAKTYWNE

Badanie promieniowania ciał promieniotwórczych wykazało istnienie trzech rodzajów promieniowania. Możemy je rozdzielić za pomocą pola magnetycznego.

<p>Promieniowanie alfa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Strumień cząstek o ładunku dodatnim (jąder helu). Są one bardzo mało przenikliwe, kartka papieru lub dłoń wystarczy, aby je zatrzymać. W powietrzu biegną na odległość zaledwie kilku centymetrów. • Wzbudza silną fluorescencję w różnych materiałach. • Posiada własność bardzo silnego jonizowania gazu, przez który przebiegają. • Zasięg cząstek alfa, czyli odległość, jaką cząstki alfa przebywają w powietrzu, zależy od prędkości, z jakimi są one wyrzucane z atomów ciała promieniotwórczego. Prędkości te dochodzą do $20\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. • Oddziałuje z polem elektrycznym i magnetycznym. • Cząstki α mają dużą masę w porównaniu do innych cząstek promieniowania. • Cząstki naładowane elektrycznie ładunkiem dodatnim o wartości podwójnego ładunku elektronu.
<p>Promieniowanie beta</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Strumień elektronów, odchylający się silniej w polu magnetycznym i elektrycznym niż cząstka alfa. • W powietrzu przebywa drogę do kilku metrów. • Może przenikać przez blachy aluminiowe grubości kilku milimetrów. Nie ma określonego zasięgu, tak jak promienie alfa, co świadczy o tym, że wyrzucane jest z najrozmaitszymi prędkościami. Z kierunku odchylenia promieni beta w polu magnetycznym, jak również w polu elektrycznym, można wnioskować, że promienie beta niosą ładunek ujemny.
<p>Promieniowanie gamma</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nie odchyła się ani w polu magnetycznym, ani elektrycznym, ponieważ nie ma ładunku elektrycznego. • Jest nadzwyczaj przenikliwe. Przenika nawet przez grube na kilkanaście centymetrów płyty żelazne lub ołowiane. Zachowuje się jak bardzo twarde promienie Rentgena. • Stanowi ono najkrótsze fale elektromagnetyczne znane w przyrodzie. Wykorzystuje się do prześwietleń grubych elementów metalowych w celu wykrycia uszkodzeń lub wad materiału.

■ ROZPAD IZOTOPU PROMIENIOTWÓRCZEGO – CZAS POŁOWICZNEGO ROZPADU

BYŁO NA MATURZE
2020

W 1900 r. Ernest Rutherford odkrył, że każdemu z promieniotwórczych izotopów można przypisać charakterystyczny czas, po upływie którego liczba jąder izotopu w próbce zmniejsza się o połowę. Czas ten nazywamy **czasem połowicznego rozpadu** i oznaczamy symbolem $T_{1/2}$. Wynosi on dla

$${}_{92}^{237}\text{U} - 4,5 \times 10^9 \text{ lat}$$

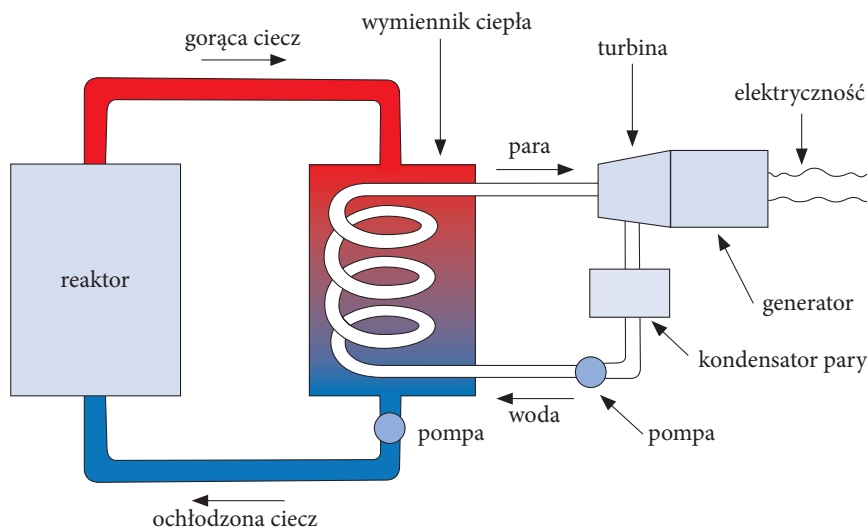
$${}_{88}^{222}\text{U} - 1590 \text{ lat}$$

$${}_{84}^{210}\text{Po} - 138 \text{ dni}$$

DZIAŁANIE ELEKTROWNI ATOMOWEJ

W tradycyjnej elektrowni spala się węgiel lub ropę naftową; powstałe przy tym gorące gazy grzeją kotły i wytwarzają parę. Para napędza z kolei turbinę, wytwarzając elektryczność.

W elektrowni jądrowej energia wydzielona w reakcji rozszczepienia ogrzewa ciecz, obiegającą wymiennik ciepła. Powstaje para, napędzająca turbinę i wytwarzająca elektryczność. Prosty schemat takiego reaktora widzimy na poniższym rysunku. Moc typowego reaktora wynosi około 600 MW.



Schemat reaktora używanego w elektrowniach jądrowych

W reaktorze jądrowym zachodzi kontrolowana reakcja łańcuchowa. Przy rozszczepieniu jednego jądra uranu wyzwalamy się dwa lub trzy neutrony. Po ich spowolnieniu każdy z nich może wywołać następną dwie lub trzy reakcje. W krótkim czasie kolejne wyzwalamy neutrony rozszczepiają kolejne jądra i następuje wybuch — niekontrolowana reakcja. Tak właśnie się dzieje przy wybuchu bomby atomowej. W reaktorze liczbę rozpadów jąder w jednostce czasu kontroluje się przez wyłapywanie neutronów. Ich liczba musi być ściśle określona, tak by liczba rozszczepiających się jąder była w pełni kontrolowana, a co za tym idzie, aby kontrolowana była ilość energii wyzwolonej w jednostce czasu.

Elektrownie tego typu nie produkują szkodliwych dla środowiska produktów spalania.

Problemem energetyki jądrowej są **odpady radioaktywne**, które muszą być zabezpieczone w specjalnych pojemnikach i zakopywane głęboko pod ziemią, na przykład w opuszczonych szbach kopalni lub na dnie oceanu.

KORZYŚCI I ZAGROŻENIA PŁYNĄCE Z ENERGETYKI JĄDROWEJ

Korzyści

Niewątpliwą korzyścią z energii jądrowej jest wydajność oraz stosunkowo małe koszty wydobycia surowca, poza tym nie zaturwa ona środowiska. Dlatego uważa się, że energetyka

jądrowa jest **najlepszym sposobem pozyskiwania energii**, spełnia bowiem większość wymagań:

- jest niezależna od surowców naturalnych (węgla, ropy naftowej, gazu ziemnego itp.), elektrownie mogą więc pracować bez obawy szybkiego wyczerpania się zapasów paliwa
- z 1 kg uranu uzyskuje się około 50 000 kWh energii, natomiast 1 kg węgla daje 3 kWh energii, a 1 kg nafty dostarcza 4 kWh
- energetyka jądrowa jest prawie nieszkodliwa dla środowiska, nie emituje trujących substancji do otoczenia, zatem nie zanieczyszcza ani powietrza, ani gleby, podczas gdy konwencjonalne elektrownie węglowe emitują duże stężenia dwutlenku siarki, dwutlenku węgla i innych trujących substancji, przyczyniając się do pogłębiania efektu cieplarnianego.

Zagrożenia

Energetyka jądrowa stwarza też zagrożenia. Społeczeństwo najbardziej obawia się awarii reaktora, zwłaszcza po awarii reaktora w Czarnobylu (1986 r.), trzeba jednak podkreślić fakt, że awarie reaktorów są rzadsze niż inne wypadki – katastrofy lotnicze, pożary, trzęsienia Ziemi.

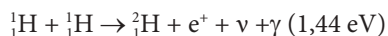
Innym zagrożeniem, obok awarii reaktora, jest transport i składowanie odpadów radioaktywnych. W czasie pracy elektrowni atomowej powstaje zużyte paliwo, które jeszcze przez długi czas pozostaje aktywne. Przechowuje się je zwykle w opuszczonych kopalniach do czasu, kiedy przestanie być szkodliwe dla środowiska. Z powodu długiego czasu połowicznego rozpadu proces ten jest długotrwały i wymaga, aby składowisko było dobrze zabezpieczone. Transport materiałów radioaktywnych także wzbudza wśród ludzi duże obawy, zwłaszcza w przypadku ewentualnego wypadku. Materiały promieniotwórcze są przewożone głównie koleją lub drogą morską i są w tym celu odpowiednio zabezpieczone, ale i tak ich transport w pobliżu miejsc zamieszkania budzi wiele kontrowersji i protestów.

REAKCJE TERMOJĄDROWE ZACHODZĄCE W GWIAZDACH

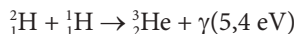
W Słońcu (i gwiazdach do niego podobnych) zachodzi ciąg reakcji syntezy termojądrowej, nazywanej **nukleosyntezą**. Najczęściej występują następujące trzy cykle:

a) cykl protonowo-protonowy $10^7 < T < 1,4 \cdot 10^7$ K

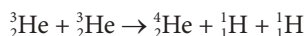
Dwa protony (jądra atomów wodoru) łączą się ze sobą, tworząc jądro deuteru, pozyton (czyli antyelektron) oraz neutrino. Pozyton od razu anihiluje z jednym z licznych elektronów, co daje sporą ilość energii.



Następnie do powstałego jądra deuteru przyłącza się jeszcze jeden proton i powstaje jądro helu (izotop) oraz emitowane jest promieniowanie gamma.



Ostatnim etapem tego cyklu jest połączenie się dwóch powstałych jąder atomu helu z utworzeniem jądra cięższego izotopu helu oraz dwóch protonów (jąder atomu wodoru).



RUCH PUNKTU MATERIALNEGO

WIELKOŚCI WEKTOROWE, SKALARNE

■ DZIAŁANIA NA WEKTORACH (DODAWANIE, ODEJMOWANIE, ROZKŁADANIE NA SKŁADOWE)

BYŁO NA MATURZE
2018

BYŁO NA MATURZE
2019

BYŁO NA MATURZE
2020

Masa, siła, droga, czas, natężenie prądu, napięcie, przyspieszenie itp. – są to przykłady tzw. wielkości fizycznych. Wśród wielkości fizycznych można wyróżnić **wielkości skalarne**, zwane krótko **skalarami**, i **wielkości wektorowe** – zwane krótko **wektorami**.

Skalary – wielkości, które posiadają jedną cechę, tj. wartość liczbową. Wartość liczbowa to ilość jednostek danej wielkości.

Skalarem jest np. temperatura. Mówiąc np.: temperatura wody wynosi 100°C , określamy jednoznacznie temperaturę tej wody. Podobnie jest, gdy powiemy, że pole powierzchni figury wynosi 2 cm^2 , określamy jednoznacznie to pole – nie trzeba podawać dodatkowo innych cech.

Wektory – wielkości, które oprócz **wartości liczbowej** posiadają **kierunek**, **zwrot**, a niektóre posiadają również **punkt zaczepienia** (przyłożenia). Wektor to uporządkowana para punktów – początek i koniec. Oto, jak można graficznie przedstawić wektor:

\vec{a} 

Wektorami są np. siła, prędkość, przyspieszenie.

Wartość liczbowa wektora to liczba jednostek danej wielkości – np. siła ma wartość liczbową 2N .

OPIS RUCHU W RÓŻNYCH UKŁADACH ODNIESIENIA

BYŁO NA MATURZE
2019

O **ruchu** mówimy, gdy ciało **zmienia położenie** w czasie względem określonego **układu odniesienia** .

Przykładowo układ odniesienia można związać z Ziemią. W tym układzie Ziemia znajduje się w spoczynku, a wszystkie obiekty poruszające się względem niej – w ruchu. W ruchu będzie więc lecący samolot (i fotele zamontowane w tym samolocie), lecąca mucha. W spoczynku względem Ziemi będzie dom albo góra, która się na tej Ziemi znajduje.

Jednak układ odniesienia możemy związać z czymś innym – np. właśnie z lecącym samolotem. W układzie odniesienia związanym z samolotem w ruchu jest Ziemia, dom, góra; ale teraz sam samolot oraz jego fotele, kokpit, kadłub i pasażerowie pozostają w spoczynku.

Inny przykład: wyobraź sobie, że jedziesz na rowerze z określoną prędkością, z tą samą prędkością jedzie inny rowerzysta, czy jesteście względem siebie w ruchu? Nie. Zgodnie z określeniem ruchu, ale względem Ziemi czy domu, obydwaj rowerzyści są w ruchu. Dlatego mówimy, że **ruch jest względny** , oznacza to, że można wskazać układ odniesienia, względem którego ciało będzie w ruchu, ale można również wskazać taki układ odniesienia, względem którego to samo ciało będzie w spoczynku.

Inercjalny układ odniesienia – układ odniesienia spoczywający lub poruszający się ze stałą prędkością. Za układ inercjalny często przyjmuje się Ziemię, choć w rzeczywistości nim nie jest.

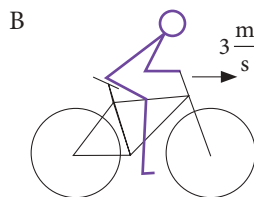
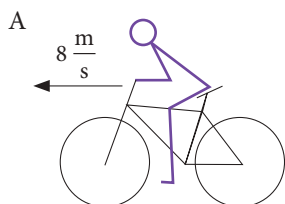
Nieinercjalny układ odniesienia – układ odniesienia poruszający się z przyspieszeniem/opóźnieniem (hamujący samochód, przyspieszający rowerzysta).

■ PRĘDKOŚCI WZGLĘDNE DLA RUCHÓW WZDŁUŻ PROSTEJ

Jeżeli dwa ciała poruszają się jednocześnie, to można zadać pytanie, jaka jest ich prędkość względna. Przykładowo:

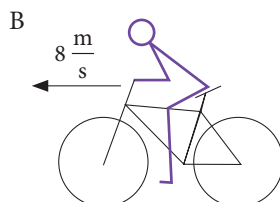
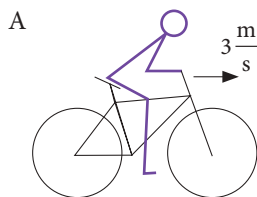


Rys. 1. Z jaką prędkością **B** ucieka od **A** ? $9 \frac{m}{s}$



Rys. 2a. Z jaką prędkością oddala się A od B? Z jaką prędkością oddala się B od A?

Mówimy, że ich prędkość względna wynosi $11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



Rys 2b. Z jaką prędkością A i B zbliżają się do siebie? $11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Zauważmy, że: wektory prędkości leżą na jednej prostej, na rys. 1 zwroty mają zgodne, na rys. 2a i na rys. 2b kierunki wektorów prędkości są takie same, a zwroty przeciwne (kierunek wektora to prosta, na której leży wektor, dwie proste równoległe mają ten sam kierunek!)

Prędkość względną liczymy ze wzoru:

$$\vec{v}_1 - \vec{v}_2 = \vec{v}_{wzg}$$

Gdy uwzględnimy przeciwny zwrot wektora prędkości jak na rys. 2a lub rys. 2b:

$$\vec{v}_1 - (-\vec{v}_2) = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{v}_{wzg}$$

Na rys. 1 prędkość względna ma wartość $9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

ZADANIE 1

➔ Statek pasażerski przebywa w dół rzeki drogę 150 km między dwiema przystaniami w ciągu 2 h, a płynąc pod prąd, przebywa tę samą drogę w ciągu 3 h. Oblicz szybkość statku na stojącej wodzie oraz szybkość wody w rzece.

Dane:

$$s = 15 \cdot 10^4 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$t_1 = 72 \cdot 10^2 \text{ s} = 7,2 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$t_2 = 108 \cdot 10^2 \text{ s} = 1,08 \cdot 10^4 \text{ s}$$

Szukane:

$$v_s = ?$$

$$v_w = ?$$

ROZWIĄZANIE

Szybkość statku płynącego z prądem względem brzegu rzeki jest równa $v_1 = v_s + v_w$. A zatem dla statku płynącego pod prąd mamy

$$s = v_1 t_1 = (v_s + v_w) t_1, \quad s = v_2 t_2 = (v_s - v_w) t_2$$

Rozwiązując te równania względem v_s i v_w , otrzymujemy

$$v_s = \frac{s(t_2 + t_1)}{2t_1 t_2}, \quad v_w = \frac{s(t_2 - t_1)}{2t_1 t_2};$$

$$v_s = \frac{15 \cdot 10^4 \cdot (108 \cdot 10^2 + 72 \cdot 10^2)}{2 \cdot 72 \cdot 10^2 \cdot 108 \cdot 10^2} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 17,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 62,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v_w = \frac{15 \cdot 10^4 \cdot (108 \cdot 10^2 - 72 \cdot 10^2)}{2 \cdot 72 \cdot 10^2 \cdot 108 \cdot 10^2} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 12,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

ZADANIE 2

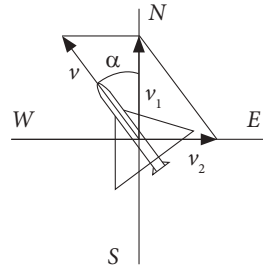
- ➔ Samolot leci dokładnie w kierunku północnym z prędkością $v_1 = 360 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ względem Ziemi. Podczas lotu wieje wiatr zachodni z prędkością $v_2 = 70 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- Jaki kąt tworzy kadłub samolotu z kierunkiem północnym?
 - Z jaką prędkością poruszałyby się samolot przy bezwietrznej pogodzie?

ROZWIĄZANIE

Z rysunku znajdziemy

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_2}{v_1}, \quad \alpha \approx 35^\circ$$

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \approx 122 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



ZADANIE 3

- ➔ Konwój samochodowy ma długość $l = 4 \text{ km}$ i porusza się z prędkością $v_1 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Z czoła konwoju wyruszył na koniec kolumny motocyklista i wrócił z powrotem. Ile czasu upłynęło od wyjazdu do powrotu motocyklisty na czoło kolumny, jeśli jechał on ze średnią prędkością $v_2 = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$? Przekazanie informacji zajęło motocykliście czas $t = 60 \text{ s}$.

ROZWIĄZANIE

Prędkość motocyklisty względem konwoju wynosi

$$v_a = v_2 + v_1,$$

gdy porusza się on z czoła kolumny na jej koniec, oraz

$$v_b = v_2 - v_1,$$

Zatem

$$a_{0\max} = \frac{7}{2}gf \approx 21 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Przy założeniu, że $g \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ZASTOSOWANIE ZASADY ZACHOWANIA MOMENTU PĘDU DO ANALIZY RUCHU

ZASADA ZACHOWANIA MOMENTU PĘDU BRYŁY SZTYWNEJ

Jeżeli wypadkowy moment wszystkich sił zewnętrznych, działających na ciało, jest równy zeru ($\vec{M} = 0$), to $\Delta \vec{L} = 0$, a więc $L = \text{const}$, czyli $I\omega = \text{const}$.

ZADANIE 1

➔ Jednorodna kula o masie m i momencie bezwładności I (względem średnicy) toczy się bez poślizgu z prędkością v . Oblicz moment pędu kuli względem jej środka.

ROZWIĄZANIE

Moment bezwładności kuli wyraża się wzorem

$$I = \frac{2}{5}mR^2, \quad (1)$$

a prędkość kątowna

$$\omega = \frac{v}{R} \quad (2)$$

Z (1) możemy obliczyć

$$R = \sqrt{\frac{5I}{2m}}. \quad (3)$$

Moment pędu kuli jest równy

$$K = I\omega \quad (4)$$

a po wykorzystaniu (2) i (3)

$$K = v\sqrt{\frac{2mI}{5}}$$

ENERGIA KINETYCZNA RUCHU OBROTOWEGO W BILANSIE ENERGII

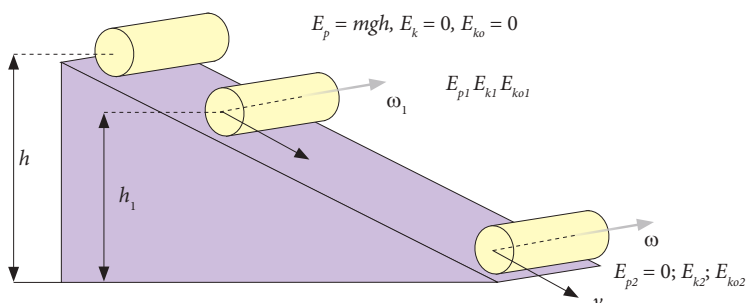
BYŁO NA MATURZE
2019

BYŁO NA MATURZE
2020

Zasadę zachowania energii najłatwiej wyjaśnić w oparciu o rysunek poniżej.

Otóż: gdy walec znajduje się na szczycie równi, posiada energię (nazwijmy ją całkowitą) $E = E_p + E_k + E_{k0}$, gdzie E_{k0} oznacza energię wynikającą z jego ruchu obrotowego.

A ponieważ ta całkowita energia ma stałą wartość, zatem suma energii na każdej innej wysokości ma taką samą wartość E . Z rysunku widać, że energia E_k i E_{ko} rośnie dzięki E_p , która na wysokości $h = 0$ ma wartość równą zero.



$$E_p = mgh, \quad E_k = 0, \quad E_{ko} = 0$$

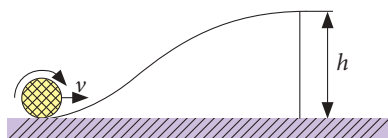
$$E_{p1} = mgh, \quad E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}, \quad E_{ko1} = \frac{I\omega_1^2}{2}$$

$$E_{p2} = 0, \quad E_{k2} = \frac{mv^2}{2}, \quad E_{ko2} = \frac{I\omega^2}{2}$$

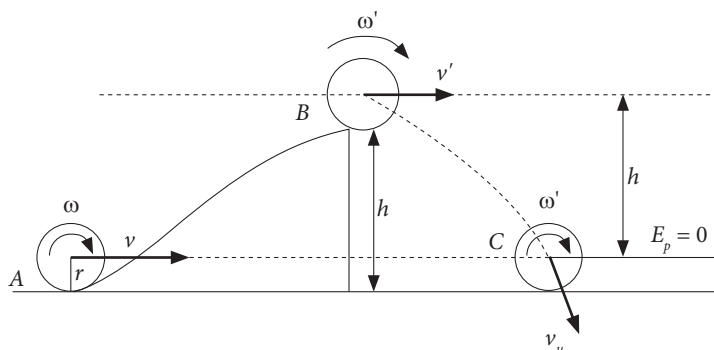
ZADANIE 1

➔ Jednorodna kula wtacza się bez poślizgu na stok o wysokości h z prędkością v , a następnie spada na ziemię. Oblicz prędkość liniową kuli w chwili upadku na ziemię.

ROZWIĄZANIE



Wykonamy pomocniczy rysunek.



ENERGIA MECHANICZNA

PRACA SIŁY NA DANEJ DRODZE

BYŁO NA MATURZE
2018

Praca wykonywana jest tylko wtedy, gdy działaniu siły towarzyszy przesunięcie lub zmiana kształtu ciała, na jakie działa siła. Praca jako wielkość fizyczna zależy od siły i przesunięcia. Dlatego też im większa jest wartość działającej siły oraz im większa jest wartość przesunięcia (droga) w wyniku jej działania, tym większa jest praca.

Jest ona wielkością skalarną, a jej wartość jest równa iloczynowi skalarnemu siły i przesunięcia.

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos \alpha$$

gdzie: α jest kątem pomiędzy wektorem przesunięcia \vec{s} i siły \vec{F} .

Pracę oznaczamy literą W (*work*). Jednostką pracy (tak jak i jednostką energii) jest dżul [J]:

$$1 \text{ [J]} = 1 \text{ [N} \cdot \text{m]} = 1 \text{ [kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}] = 1 \text{ [kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}]$$

W szczególnych przypadkach:

- gdy $\alpha = 0^\circ$; $\cos 0^\circ = 1$; $W = Fs$
- gdy $\alpha = 90^\circ$; $\cos 90^\circ = 0$; $W = 0$
- gdy $\alpha = 180^\circ$; $\cos 180^\circ = -1$; $W = -Fs$, w takim przypadku siła hamuje ruch ciała i wykonuje ujemną pracę.

Całkowita praca jest zatem równa

$$W_2 = nW_0 = \frac{l}{a} m g a \frac{\sqrt{2}-1}{2} = m g l \frac{\sqrt{2}-1}{2}. \quad (6)$$

Porównując (3) z (6) stwierdzimy, że

$$W_1 < W_2,$$

jeżeli tylko

$$f < \frac{\sqrt{2}-1}{2} \approx 0,207.$$

ENERGIA KINETYCZNA I POTENCJALNA CIAŁ W JEDNORODNYM POLU GRAWITACYJNYM

BYŁO NA MATURZE
2018

Ciało, które jest w stanie wykonać pracę, posiada energię. Np. poruszający się poziomo kamień może wykonać pracę polegającą na rozbiciu szyby. Zatem posiada energię, w tym przypadku energię kinetyczną. Ten sam kamień puszczony swobodnie z dachu posiada energię potencjalną, dzięki której jest w stanie wykonać pracę polegającą na wgnieceniu dachu samochodu, na który spadł, ale przecież też się poruszał – czyli posiadał energię kinetyczną. Skąd ona pochodzi? Z zamiany energii potencjalnej na kinetyczną (zasada zachowania energii).

Energia potencjalna

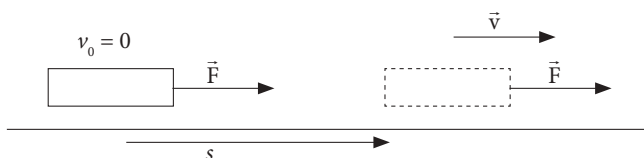
Energię potencjalną grawitacji posiada ciało znajdujące się na pewnej wysokości względem przyjętego poziomu odniesienia. Jeśli ciało znajduje się na poziomie odniesienia, nie ma energii potencjalnej. Lampa wisząca u sufitu ma inną energię potencjalną względem stołu, a inną względem podłogi.

Obliczając energię potencjalną, korzystamy z definicji energii. Niech najpierw ciało będzie na poziomie odniesienia. Aby mu ją nadać, **należy je podnieść na wysokość h .** Ciało uzyska energię równą wykonanej pracy. Podnosząc ciało, działamy na nie siłą równoważącą jego ciężar, $F = mg$, wykonujemy pracę $W = F \cos 0^\circ = E_p = mgh$.

Energia kinetyczna

BYŁO NA MATURZE
2020

Energię kinetyczną posiada ciało, które jest w ruchu. Obliczając energię kinetyczną, jak to robiliśmy, licząc energię potencjalną, rozpatrzmy ciało, które najpierw jej nie posiada – czyli jest w spoczynku. Aby ciału nadać energię, **należy je rozpędzić do prędkości v .** Rozpędzając, wykonuje się nad ciałem pracę równą uzyskanej przez nie energii kinetycznej.



TERMODYNAMIKA

BYŁO NA MATURZE
2018

BYŁO NA MATURZE
2019

ZAŁOŻENIA GAZU DOSKONAŁEGO I ZASTOSOWANIE RÓWNANIA GAZU DOSKONAŁEGO (RÓWNANIA CLAPEYRONA) DO WYZNACZENIA PARAMETRÓW GAZU

Podstawą teorii kinetyczno-molekularnej gazów jest model gazu doskonałego.

Gaz doskonały – układ złożony z dużej liczby cząsteczek, atomów lub cząsteczek oddziałujących między sobą tak słabo, że mogą poruszać się w całej dostępnej dla nich przestrzeni.

Zajmować się będziemy głównie tzw. **gazem doskonałym**.

Gazy, które występują w przyrodzie, nie są gazami doskonałymi, lecz w dobrym przybliżeniu, przy założeniu ich małej gęstości, spełniają wszystkie założenia modelu gazu doskonałego. Założenia te są następujące:

1. Gaz zbudowany jest z cząsteczek. Jeden mol gazu doskonałego, który zajmuje w warunkach normalnych objętość $22,4 \text{ dm}^3$, zawiera (**liczba Avogadra**) $6,02 \cdot 10^{23}$ cząsteczek.
2. Cząsteczki gazu doskonałego są bardzo małe – tzn. ich wymiary w stosunku do odległości między nimi można pominąć.
3. Cząsteczki zderzają się sprężyste ze sobą oraz ze ścianami naczynia, w którym się znajdują, ale **nie oddziałują na siebie wzajemnie siłami grawitacyjnymi (przyciągania)**.
4. Teoria kinetyczna gazów wyjaśnia makroskopowe własności gazu na podstawie praw rządzących ruchem atomów i cząsteczek.

Gaz doskonały jest pewnym modelem gazu rzeczywistego. Gdy gaz rzeczywisty jest dostatecznie rozrzedzony, np. powietrze atmosferyczne, to z dużym powodzeniem można go traktować jako gaz doskonały.

$$m_1 = \frac{m_3}{2}$$

w obu naczyniach o łącznej objętości $2V$.

Dla tego nowego stanu napiszemy równanie Clapeyrona

$$p(2V) = \frac{m_1 + \frac{m_3}{2}}{\mu} RT \quad (5)$$

oraz to samo równanie dla masy gazu m_1 , znajdującego się początkowo w pierwszym naczyniu

$$p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT. \quad (6)$$

Dzieląc (6) przez (4), łatwo znajdziemy

$$p_1 = \frac{4pm_1}{2m_1 + m_3}$$

BYŁO NA MATURZE
2018

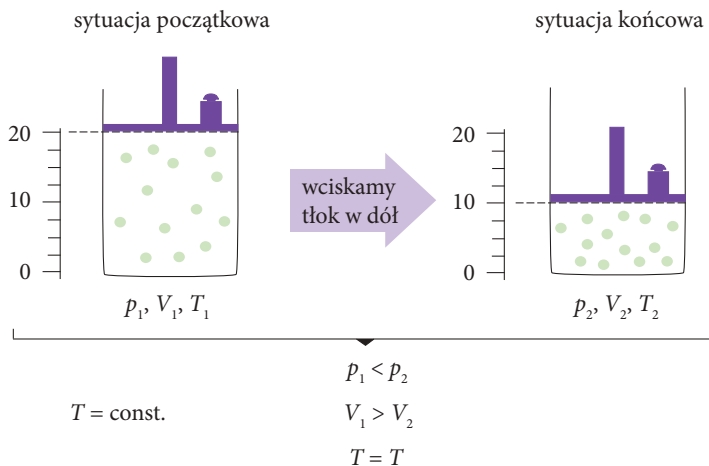
BYŁO NA MATURZE
2019

BYŁO NA MATURZE
2020

■ OPIS PRZEMIAN: IZOTERMICZNEJ, IZOBARYCZNEJ I IZOCHORYCZNEJ

Przemiana izotermiczna – przemiana stałej masy gazu, której stałym parametrem jest temperatura ($T = \text{const}$), a zmianie ulegają ciśnienie i objętość.

Mając pojemnik z gazem, ustalamy kolejno parametry p_1 , V_1 , T_1 . Następnie gdy wykonujemy pracę poprzez wciskanie tłoku w dół, objętość gazu się zmniejsza, a wskutek tego ciśnienie się zwiększa. Pamiętajmy oczywiście, że temperatura T_1 jest stała.



PRĄD STAŁY

POJĘCIE SIŁY ELEKTROMOTORYCZNEJ OGNIWA I OPORU WEWNĘTRZNEGO

BYŁO NA MATURZE
2018

BYŁO NA MATURZE
2019

Siła elektromotoryczna (SEM) nie jest siłą w sensie definicji fizycznej, nazwa ta jest pozostałością historyczną. Nazwę „siła elektromotoryczna” przypisuje się Alessandrovi Volcie, który wynalazł ogniwo Volty. Słowo „siła” pierwotnie odnosiło się do czynnika rozdzielającego ładunki ujemne i dodatnie. Używano także nazwy „moc elektromotoryczna”.

Źródło siły elektromotorycznej przenosi ładunek elektryczny wbrew siłom pola elektrycznego. Siły przenoszące ładunek są nazywane **siłami postronnymi**. Siły postronne, przenosząc ładunek, wykonują pracę nad ładunkiem.

Siła elektromotoryczna źródła – iloraz pracy wykonanej przez źródło do wartości przenieszonego ładunku.

$$\varepsilon = \frac{W}{q}$$

gdzie:

ε – siła elektromotoryczna

W – praca

q – przepływający ładunek

Jednostką siły elektromotorycznej jest wolt.

$$1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}} = \frac{1 \text{ W}}{1 \text{ A}} = \frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}{1 \text{ A} \cdot \text{s}^3}$$

Jak widać, siła elektromotoryczna to szczególny rodzaj napięcia, odnoszący się do **źródeł prądu**. W obwodzie z prądem, zawierającym woltomierz mierzący napięcie, jakie wytwarza

Węzeł – taki punkt obwodu, w którym schodzą się co najmniej trzy przewodniki.

DRUGIE PRAWO KIRCHHOFFA

W dowolnym zamkniętym konturze złożonego obwodu suma działających w nim SEM równa się sumie spadków napięcia na opornikach tego konturu.

DRUGIE PRAWO KIRCHHOFFA DLA ROZGAŁĘZIENIA

Stosunek natężeń prądów płynących w rozgałęzieniu jest równy odwrotnemu stosunkowi oporu na tym rozgałęzieniu.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Przy obliczaniu parametrów obwodów złożonych na podstawie praw Kirchhoffa należy trzymać się następującego porządku:

1. **Zaznaczyć kierunki prądów we wszystkich częściach złożonego obwodu.** Jeżeli w jakiejś części obwodu nie znamy kierunku przepływu prądu, to możemy kierunek ten przyjmując w sposób zupełnie dowolny. W przypadku, kiedy prawdziwy kierunek prądu w tej części obwodu jest przeciwny niż kierunek przyjęty przez nas, otrzymana z rozwiązania zadania wartość natężenia płynącego prądu w tej części obwodu będzie ujemna.
2. **Wybieramy kierunek obejścia obwodu** (zwykle zgodny z kierunkiem ruchu wskazówki zegara).
3. **Układamy $n - 1$ równań**, wykorzystując pierwsze prawo Kirchhoffa, gdzie n jest ilością węzłów.
4. **Układamy równania, wykorzystując drugie prawo Kirchhoffa**, przy czym siły elektromotoryczne bierzemy ze znakiem plus, jeżeli podwyższają one potencjał w kierunku obejścia (przechodzimy przez źródła prądu od minusa do plusa), a ze znakiem minus, jeżeli obniżają.

Spadki napięcia przyjmujemy za dodatnie, jeżeli kierunki prądów płynące przez rozpatrywane oporniki zgadzają się z kierunkiem obejścia obwodu, a za ujemne, jeżeli kierunki prądów są przeciwne do kierunku obejścia obwodu.

ZADANIE 1

➔ Dwa akumulatory o jednakowych oporach wewnętrznych równych $0,05 \Omega$ i SEM odpowiednio 2 V i $1,8 \text{ V}$ połączono równolegle i włączono jako źródło prądu do obwodu, którego opór wynosi 2Ω .

Znajdź natężenia prądów w zewnętrznej części obwodu i w każdym z akumulatorów.

Jakie będzie natężenie prądu w zewnętrznej części obwodu, jeżeli akumulator o mniejszej SEM odłączymy? Oporów przewodników służących do zmontowania obwodu nie bierz pod uwagę.

Dane:

$$r = 0,05 \Omega$$

$$E_1 = 2 \text{ V}$$

$$E_2 = 1,8 \text{ V}$$

$$R = 2 \Omega$$

Szukane:

$$I, I_1, I_2 = ?$$

$$I = ?$$

Na podstawie podobnych doświadczeń można stwierdzić, że **prędkość światła w różnych ośrodkach przezroczystych jest mniejsza niż w próżni i zależy od barwy światła**, czyli od długości promieniowania.

■ DOŚWIADCZENIE YOUNGA

BYŁO NA MATURZE
2018

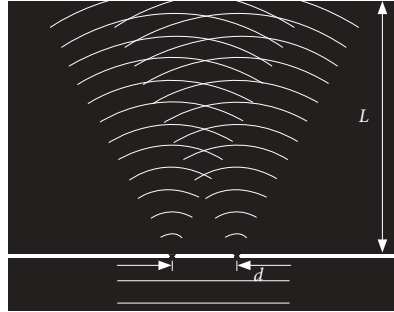
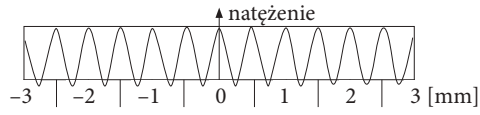
BYŁO NA MATURZE
2019

Cechą ruchu falowego jest dyfrakcja i interferencja. Dwie lampy świecące obok siebie nie dają obrazu interferencyjnego – nie widzimy na przemian jasnych i ciemnych prążków na oświetlanej przez nie powierzchni. Wydaje się, że światło nie ugina się na krawędziach, że rozchodzi się po liniach prostych i daje ostre cienie. Pamiętajmy jednak, że w przypadku fal powierzchniowych dostrzega się te efekty jedynie wtedy, gdy odległość między dwoma źródłami nie przekracza kilku długości fali lub gdy rozmiary przeszkody czy szczeliny nie przekraczają kilku długości fali; jest więc równie możliwe, że długość fal świetlnych jest bardzo mała, jak to, że światło nie jest ruchem falowym.



Oświetlając bardzo wąską szczelinę, na przykład wyciętą żyłką, czy mały, zrobiony igłą otworek, możemy otrzymać obrazy bardzo podobne do interferencyjnych i dyfrakcyjnych obrazów, dawanych przez fale wodne. Istnieje jednak pewna różnica: nie można otrzymać obrazu interferencyjnego, stosując dwa różne źródła światła. Trzeba w jakiś sposób podzielić światło pochodzące z jednego źródła na dwie lub więcej wiązek i badać interferencję tych wiązek. Odpowiednikiem interferencji fal wodnych wysyłanych przez dwa źródła będzie w przypadku światła interferencja wiązek pochodzących z dwu szczelin, oświetlonych przez pojedyncze źródło (jak na rys. 1). Jest to sławne **doświadczenie Younga**, wykonane przez niego w 1803 roku. Maksima i minima, tak zwane **prążki interferencyjne**, są bardziej od siebie odległe w przypadku światła czerwonego niż fioletowego. Stąd wniosek, że **światło jest ruchem falowym oraz że długość fali zależy od barwy**.

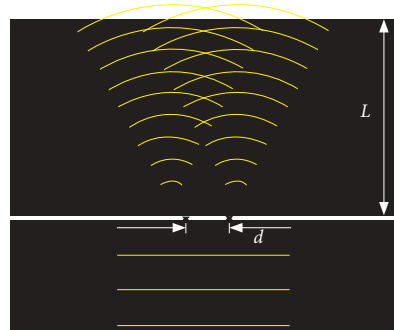
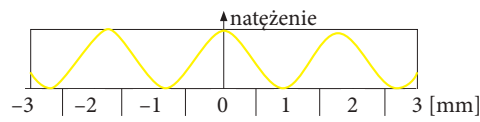
W przypadku dwu szczelin istnieje jedna linia na ekranie, wzdłuż której drogi obu wiązek są takie same. Wzdłuż tej linii zachodzi wzmocnienie interferencyjne i powstaje centralny, jasny prążek. Drogi obu wiązek do wszystkich innych punktów ekranu są już różne. Jeśli różnica dróg jest całkowitą wielokrotnością długości fali, mamy na ekranie jasny prążek, jeśli jest nieparzystą wielokrotnością połowy długości fali – ciemny prążek. Różnica dróg dwu wiązek w dowolnym punkcie P (rys. 2) wynosi $S_2P - S_1P$. Aby powstał obraz interferencyjny, różnice dróg muszą być rzędu jednej lub kilku długości fali.



$$\lambda = 380 \text{ [nm]}$$

$$d = 1,5 \text{ [mm]}$$

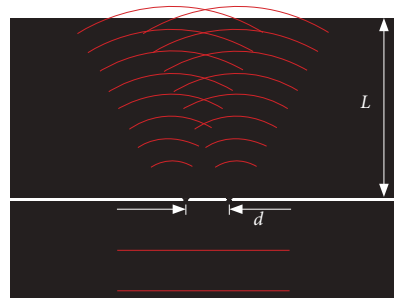
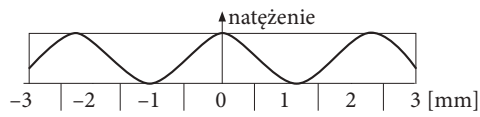
$$L = 2,00 \text{ [m]}$$



$$\lambda = 596 \text{ [nm]}$$

$$d = 0,5 \text{ [mm]}$$

$$L = 1,50 \text{ [m]}$$



$$\lambda = 760 \text{ [nm]}$$

$$d = 0,5 \text{ [mm]}$$

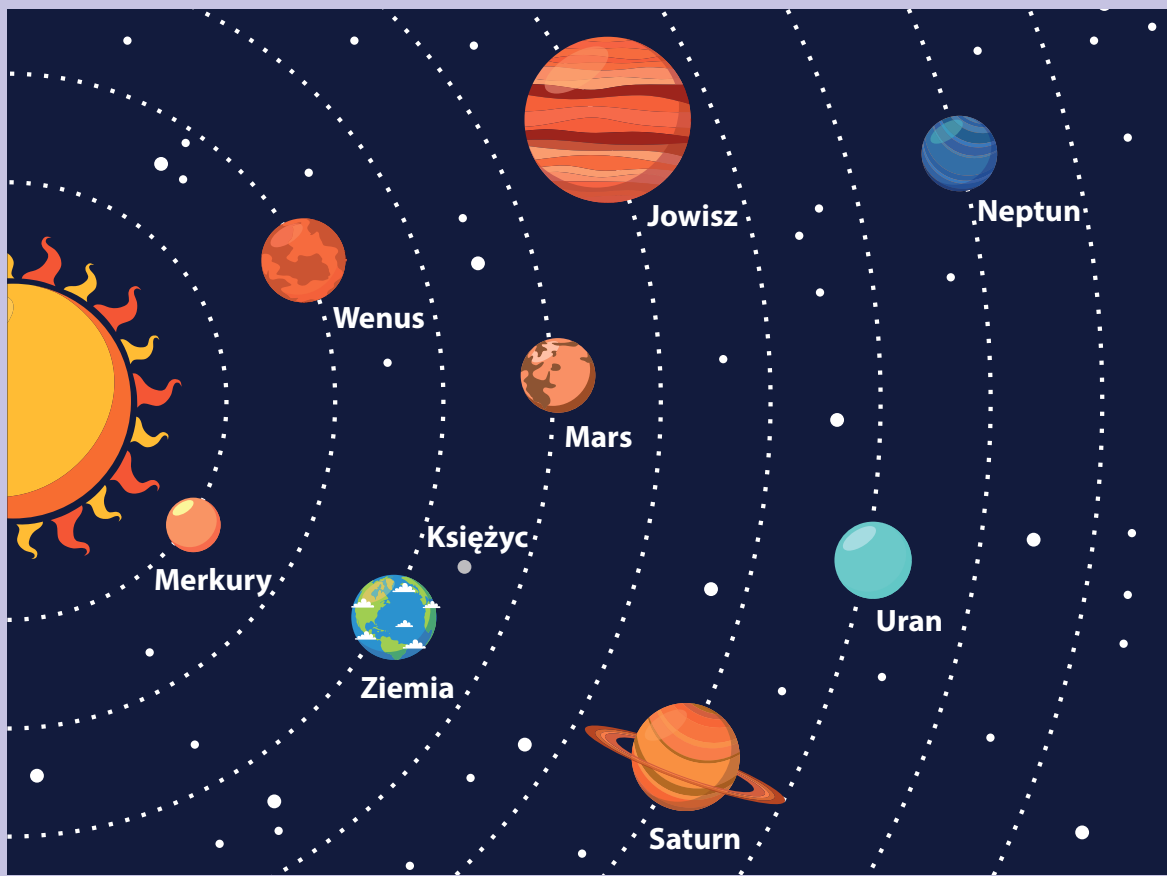
$$L = 1,50 \text{ [m]}$$

PODSTAWOWE WIELKOŚCI KINEMATYCZNE

Wielkość	Symbol wielkości	Jednostka	Symbol jednostki
czas	t	wiek = 100 lat rok = 365 (366) dni miesiąc = 28–31 dni tydzień = 7 dni doba = 24 godziny godzina = 60 minut = 3600 sekund minuta = 60 sekund sekunda milisekunda = 0,001 s	h min s ms
droga	s	1 kilometr = 1000 metrów 1 metr 1 decymetr = 0,1 m = 10 cm 1 centymetr = 0,01 m = 0,1 dm 1 milimetr = 0,1 cm = 0,001 m 1 mikrometr = 0,000001 m	km m dm cm mm μm
prędkość	\vec{v}	metr na sekundę	$\frac{m}{s}$
		kilometr na sekundę	$\frac{km}{s}$
przyspieszenie	\vec{a}	metr na sekundę do kwadratu	$\frac{m}{s^2}$
		centymetr na sekundę do kwadratu	$\frac{cm}{s^2}$

PODSTAWOWE WIELKOŚCI I WZORY

Wielkość	Wzór	Jednostka	Symbol jednostki	Definicja jednostki
siła \vec{F}	$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$	niuton	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{m}{s^2}$	niuton – siła, która ciału o masie 1 kg nadaje przyspieszenie $1 \frac{m}{s^2}$
praca W	$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$ $W = Fscos\alpha$ α – kąt pomiędzy wektorem siły F a wektorem przesunięcia s	dżul	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$	dżul jest to praca, jaką wykonuje siła 1 N przesuważąca ciało o 1 m przy założeniu, że zwrot siły jest zgodny ze zwrotem przesunięcia
moc P	$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	wat, koń mechaniczny	$1 \text{ W} = 1 \frac{J}{s}$	wat – moc takiego urządzenia, które w ciągu 1 sekundy wykonuje pracę 1 J; koń mechaniczny – moc takiego urządzenia, które w ciągu 1 sekundy podnosi ciało o masie 75 kg na wysokość 1 m
pęd \vec{p}	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	kilogram razy metr na sekundę	$1 \text{ kg} \cdot \frac{m}{s}$	
energia E – kinetyczna E_k ruchu postępowego – potencjalna E_p w polu grawitacyjnym – potencjalna E_p przy powierzchni Ziemi – potencjalna sprężystości	$E_k = \frac{mv^2}{2}$ $E_p = \frac{-GMm}{r}$ $E_p = mgh$ $E_p = \frac{kx^2}{2}$	dżul	1 J	

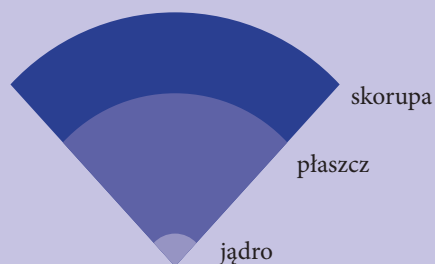


Planeta	Średnia odległość od słońca [mln km]	Okres obiegu dookoła słońca [lata zwrotnikowe*]	Średnica [km]	Średnia gęstość [g/cm ³]	Okres obrotu dookoła osi [h]	Masa [kg]
Merkury	57,74	0,24085	4 878	5,5	2111	$0,33 \cdot 10^{24}$
Wenus	108,141	0,61521	12 104	5,27	243 [dni]	$4,9 \cdot 10^{24}$
Ziemia	149,504	1,00004	12 756	5,52	23,933	$5,97 \cdot 10^{24}$
Mars	227,798	1,88089	6 860	3,85	24,617	$0,64 \cdot 10^{24}$
Jowisz	777,84	11,8622	143 640	1,31	9,9	$1900 \cdot 10^{24}$
Saturn	1426,1	29,4577	120 570	0,68	10,3	$590 \cdot 10^{24}$
Uran	2 867,83	84,0153	57 070	1,68	10,7	$87 \cdot 10^{24}$
Neptun	4 493,65	164,788	49 670	1,61	15,8	$100 \cdot 10^{24}$

* Rok zwrotnikowy = 365 d 5 h 48' 46"

BUDOWA ZIEMI	masa	$5,97 \cdot 10^{24}$ kg
	gęstość	$5513 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
	temp. powierzchni	ok. 15°C
	temp. wnętrza	ok. 5000 K
	średnica liniowa	12742 km
	objętość	$1,08 \cdot 10^{12}$ km ³
	skład chemiczny	Fe O Si Al

BUDOWA WENĘTRZNA





Vademecum Matura — Fizyka to pozycja wychodząca naprzeciw potrzebom uczniów przygotowujących się do matury z tego wymagającego przedmiotu. Całość potrzebnej wiedzy przedstawiono w przystępny, a jednocześnie szczegółowy sposób, umożliwiającą zrozumienie nawet najbardziej złożonych zagadnień. (...) Materiał często przedstawiany jest w formie tabel, schematów, wykresów. Liczne zadania zawsze przedstawiane są z pełnym rozwiązaniem, dzięki czemu można prześledzić krok po kroku tok działania. (...) Moją uwagę zwróciło oznaczenie „było na maturze”, które wskazuje zagadnienia z ostatnich trzech egzaminów maturalnych. (...) Wszystko to razem z pewnością pomoże przygotować się do egzaminu i odnieść na nim pełny sukces. Z całą odpowiedzialnością polecam tę książkę!

dr Agnieszka Krawczyk

- ♦ wszystkie zadania z rozwiązaniami
- ♦ wskazane zagadnienia z ostatnich egzaminów
- ♦ definicje, tabele, wykresy

W serii dostępne także:



ISBN: 978-83-7517-662-9