

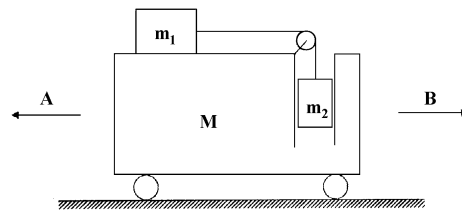
Egzamin wstępny z fizyki, SMP UJ, 1997 r.

(pełny zestaw zadań w Internecie)

Sławomir Brzezowski

Instytut Fizyki UJ

1. Na rysunku pokazano wózek, który może się swobodnie poruszać po poziomych szynach. Na wózku zainstalowano dwa ciała połączone linką przerzuconą przez błocek. Jedno z tych ciał pod wpływem pola grawitacyjnego opada w pionowej prowadnicy pociągając drugie ciało. Wszystko odbywa się bez tarcia.



- Wózek nie ruszy z miejsca, ponieważ na układ nie działa z zewnątrz żadna pozioma siła.
- Wózek porusza się jednostajnie.
- Wózek będzie przyspieszał w kierunku A.
- Wózek będzie przyspieszał w kierunku B.

2. Obserwator zażywa rozrywki na klasycznej karuzeli.

- W układzie Ziemi działają na obserwatora trzy siły: grawitacji, odśrodkowa i dośrodkowa. Wszystkie te siły równoważą się.
- Siły działające na obserwatora w układzie odniesienia związanym z Ziemią nie równoważą się.
- W układzie Ziemi na obserwatora działa siła odśrodkowa związana z ruchem karuzeli.
- Siła dośrodkowa działająca na pasażera karuzeli wynosi $F = \frac{m\omega^2}{r}$, gdzie ω oznacza prędkość kątową karuzeli, m jest masą pasażera, a r jest jego odległością od osi obrotu.

4. Moment pędu bryły obracającej się wokół ustalonej osi O, obliczony względem punktu leżącego na tej osi:

- Jest zawsze równoległy do osi O.
- Może być prostopadły do tej osi.
- Jest stały, jeżeli suma rzutów (na oś O) momentów wszystkich działających sił jest równa zero.

- d) Może nie być stały nawet wtedy, gdy bryła obraca się jednostajnie wokół tej osi.

8. Gaz doskonały poddajemy przemianie izotermicznej. Energia wewnętrzna gazu:

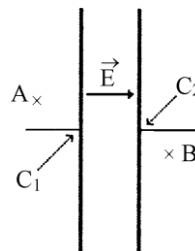
- a) Nie zmienia się, ponieważ średnia odległość cząsteczek pozostaje stała.
 b) Nie zmienia się, ponieważ cząsteczki gazu doskonałego nie oddziałują na odległość.
 c) Pozostaje stała, ponieważ temperatura rośnie ale równocześnie spada ciśnienie.
 d) Zmienia się wraz ze wzrostem ciśnienia.

12. Metalowa sfera naładowana jest ładunkiem ujemnym.

- a) Potencjał w centrum sfery jest taki jak na powierzchni.
 b) Potencjał na powierzchni sfery jest dodatni.
 c) Potencjał w centrum sfery nie zależy od jej promienia (przy ustalonym ładunku w sferze).
 d) Potencjał w centrum sfery jest taki jak w nieskończoności.

13. Płaski kondensator, którego okładki znajdują się w odległości d , znacznie mniejszej od rozmiarów okładek, naładowano tak, że pole w kondensatorze wynosi \vec{E} . Zakładamy, że odległości punktów A i B od punktów – odpowiednio – C_1 i C_2 są znacznie mniejsze od rozmiarów jego okładek.

- a) Potencjał w punkcie A jest wyższy od potencjału w punkcie B o Ed .
 b) Różnica potencjałów między punktami A i B nie może być obliczona, ponieważ nie znamy odległości tych punktów od okładek kondensatora.
 c) Punkty A i B nie leżą na przewodnikach, więc ich potencjały nie mogą być określone.
 d) Potencjał w punkcie A jest taki sam, jak potencjał w punkcie B: obydwa są równe zero.



14. Niech opór włókna żarówki rośnie liniowo z temperaturą włókna, a temperatura włókna świecącej żarówki niech rośnie liniowo z natężeniem prądu. Zależność wydzielanej w żarówce mocy od przyłożonego napięcia spełnia w takich warunkach relację:

- a) $P \sim U$ b) $P \sim U^2$ c) $P \sim \sqrt{U}$ d) $P \sim U \sqrt{U}$.

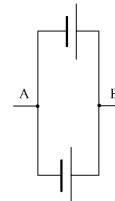
16. Dwa identyczne ogniwa o oporach wewnętrznych R_w i siłach elektromotorycznych ε połączone jak na rysunku.

- Różnica potencjałów między punktami A i B wynosi ε .
- Różnica ta wynosi 2ε .
- Między punktami A i B nie ma różnicy potencjałów.
- W obwodzie nie płynie prąd.



17. Dwa identyczne ogniwa o oporach wewnętrznych R_w i siłach elektromotorycznych ε połączone jak na rysunku.

- Różnica potencjałów między punktami A i B wynosi ε .
- Różnica ta wynosi 2ε .
- Między punktami A i B nie ma różnicy potencjałów.
- W obwodzie płynie prąd.



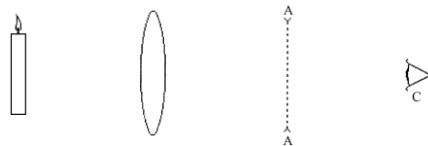
18. Pręt o masie m ustawiono pionowo przy ścianie i pozwolono mu przewrócić się do wnętrza pokoju. Zaniedbujemy tarcie działające na dolny koniec pręta.

- Po przekroczeniu przez pręt pewnego kąta α_0 mierzonych między pionem i prętem, jego dolny koniec zacznie odsuwać się od ściany.
- Podczas całego ruchu pręta $\left(0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}\right)$ na jego dolny koniec działa stała siła reakcji o wartości bezwzględnej równej mg .
- Pozioma składowa pędu pręta jest stała podczas całego ruchu $\left(0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}\right)$.
- Moment pędu pręta, obliczany względem jego dolnego końca, rośnie liniowo z czasem.

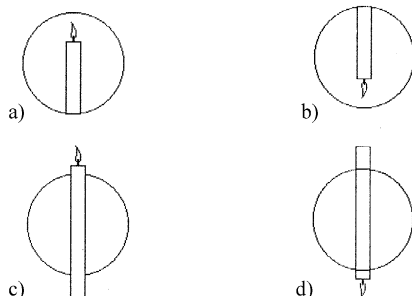
20. Pozioma tarcza obraca się swobodnie wokół pionowej osi. Na środku tarczy stoi człowiek i w chwili początkowej obraca się wraz z tarczą z pewną prędkością kątową. Człowiek przechodzi na brzeg tarczy i zatrzymuje się tam.

- Rzut momentu pędu całego układu (obliczanego względem środka tarczy) na oś obrotu nie zmienia się.
- Rzut ten maleje.
- Energia mechaniczna układu rośnie.
- Energia mechaniczna układu nie zmienia się.

21. Duża soczewka wytwarza rzeczywisty obraz świecy na ekranie ustawionym w płaszczyźnie A-A. Usuamy ekran.



Patrząc z punktu C, zobaczymy (zakładamy, że soczewka całkowicie zasłania nam świecę):



Na powyższych czterech rysunkach kółka przedstawiają zarys soczewki.

22. Odpowiednio wyposażeni leżymy na plecach na dnie stawu i obserwujemy od spodu gładką powierzchnię wody.

- Obiekt leżący na brzegu stawu jest niewidoczny.
- Na oglądanej od spodu powierzchni stawu dostrzegamy koło (o promieniu wyznaczonym przez współczynnik załamania wody i głębokość stawu), w którym mieści się obraz nieba i brzegów stawu.
- Gdyby obserwację przeprowadzić nocą, to widoczne spod wody gwiazdy wydawałyby się leżeć niżej nad horyzontem niż w rzeczywistości.
- Gdyby nurek-obszawator zaświecił latarkę świecącą jednakowo we wszystkie strony, to obserwator stojący na brzegu nie mógłby zobaczyć jej światła.

24. Próbka gazu doskonałego o temperaturze T znajduje się w objętości V pod tłokiem. Przesuwamy tłok z prędkością większą od prędkości najszybszych cząsteczek gazu i w ten sposób zwiększamy objętość do $2V$. Zakładamy, że opisany proces jest adiabatyczny. Po przywróceniu stanu równowagi:

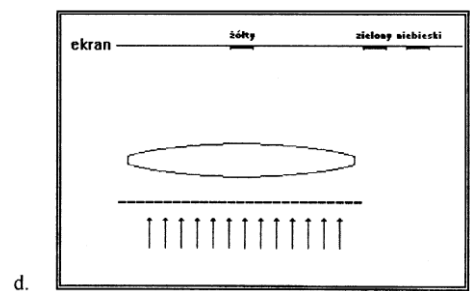
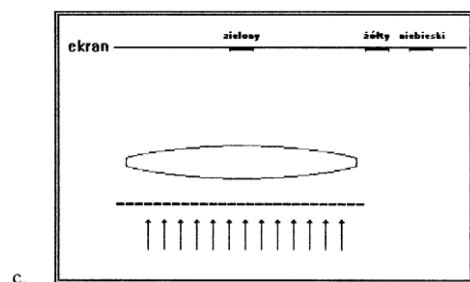
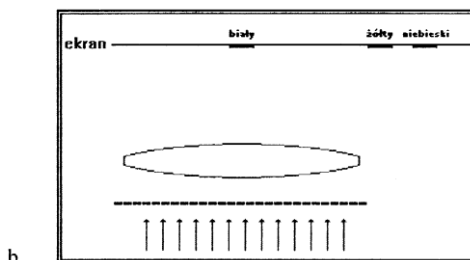
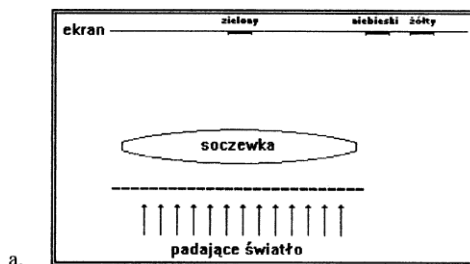
- Temperatura gazu jest równa połowie temperatury początkowej.
- Temperatura gazu będzie dwukrotnie wyższa.
- Temperatura gazu po przemianie będzie taka sama jak przed przemianą.
- Ciśnienie gazu będzie czterokrotnie mniejsze.

25. Na soczewkę dwuwypukłą o ogniskowej f pada światło Księżycy. Za tą soczewką w odległości $2f$ ustawiono soczewkę płasko-wklęsłą.

- Za drugą soczewką powstanie obraz prosty rzeczywisty.
- Za drugą soczewką powstanie obraz odwrócony rzeczywisty.
- Druga soczewka wytworzy obraz pozorny odwrócony.
- Druga soczewka wytworzy obraz pozorny prosty.

27. Na siatkę dyfrakcyjną o stałej d pada wiązka światła będąca superpozycją dwóch fal elektromagnetycznych o dwóch długościach odpowiadających barwom żółtej i niebieskiej.

Na ekranie zobaczymy następujący układ prążków:



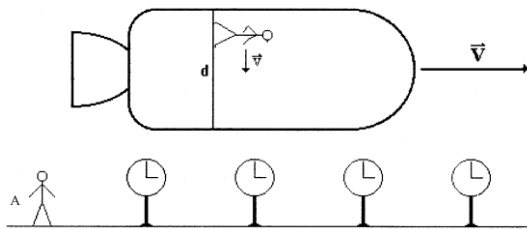
30. Płaski kondensator podłączono na stałe do źródła stałego napięcia. Pomiędzy okładkami kondensatora, równoległe do płaszczyzny okładek, ustawiono kołową pętlę z drutu o oporze R . Okładki kondensatora oddalają się od siebie z pewną prędkością.

- W pętli popłynie prąd, którego kierunek wyznaczony jest przez zwrot wektora natężenia pola elektrycznego, zgodnie z regułą śruby prawej.
- Jak w odpowiedzi „a”, tylko kierunek będzie przeciwny.
- Pomiędzy okładkami kondensatora pojawi się wirowe pole magnetyczne związane ze zwrotem natężenia pola elektrycznego regułą śruby prawej.
- W pętli prąd elektryczny nie popłynie.

Wskazówka: Krążenie wektora indukcji magnetycznej i szybkość zmian strumienia pola elektrycznego spełniają jedno z równań Maxwella:

$$\text{rot}(\vec{B}) = \mu_0 I + \varepsilon_0 \mu_0 \frac{d\Phi(\vec{E})}{dt}$$

32. Pojazd kosmiczny porusza się z dużą prędkością \vec{V} względem obserwatora A spoczywającego w układzie inercyjnym. Pasażer tego pojazdu odbywa w nim spacer od ściany do ściany, poruszając się poprzecznie w stosunku do pojazdu z prędkością \vec{v} względem pojazdu. Szerokość pojazdu wynosi d .

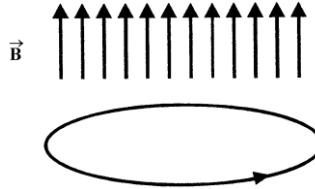


Na zegarach, względem których spoczywa obserwator A, rozstawionych wzdłuż toru pojazdu, upłynie podczas tego spaceru czas:

- $\frac{d}{v}$
- $\frac{d}{v\sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}}}$
- $\frac{d}{v}\sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}}$
- $\frac{d}{v}\left(1-\frac{V^2}{c^2}\right)$

33. W pętli o kształcie okręgu, masie m i promieniu r , wykonanej z nadprzewodnika, płynie prąd o natężeniu I . Pętlę tę ustawiamy poziomo w jednorodnym polu magnetycznym \vec{B} zwróconym w górę i jednorodnym ziemskim polu grawitacyjnym.

- a) Prąd, który utrzymałby pętlę w równowadze (tak aby lewitowała), można obliczyć z równania $2\pi IB = mg$ (kierunek prądu wyznacza reguła śruby prawej).
- b) Jak w punkcie „a”, ale kierunek prądu odwrotny.
- c) Nie istnieje prąd zapewniający lewitację.
- d) Obecność pola \vec{B} natychmiast zatrzyma przepływ prądu w nadprzewodniku.



34. Rower jedzie ze stałą prędkością \vec{v} bez poślizgu.

- a) Energia kinetyczna punktowej grudki błota przyklejonej do obwodu koła jest w układzie roweru stała i wynosi $\frac{mv^2}{2}$, gdzie m jest masą grudki.
- b) Energia kinetyczna tej grudki jest stała w układzie jezdni i wynosi $\frac{mv^2}{2}$.
- c) Energia ta, odczytywana w układzie jezdni, oscyluje w granicach $0 \leq E_k \leq \frac{mv^2}{2}$.
- d) Suma energii kinetycznej i potencjalnej rozważanej grudki jest stała w czasie.

Odpowiedzi i dyskusja rozwiązań

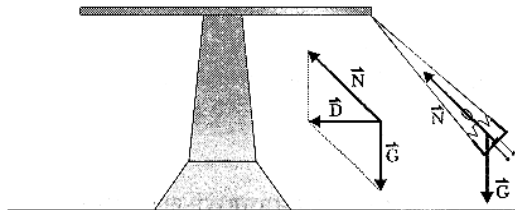
Ad 1.

Pod wpływem siły naprężenia linki ciało o masie m_1 będzie przyspieszało w kierunku B. Skoro jednak na układ, złożony z wózka i obydwu ciał, nie działa żadna pozioma siła zewnętrzna, to z zasady zachowania pędu wynika, że wózek wraz z ciałem o masie m_2 musi przyspieszać w kierunku A. Poprawne jest więc stwierdzenie w punkcie „c”.

Ad 2.

Prawdziwe jest tylko zdanie w punkcie „b”. Istotnie, siły działające na pasażera w układzie Ziemi nie mogą się równoważyć, bo gdyby tak było, to pasażer poruszałby się po prostej.

Stwierdzenie „a” jest nieprawdziwe, ponieważ w układzie Ziemi na pasażera nie działa siła odśrodkowa. Działają jedynie: siła grawitacji \vec{G} i siła \vec{N} , z jaką fotel naciska „od dołu” na pasażera.



Stwierdzenie „c” jest nieprawdziwe, bo w układzie Ziemi nie ma siły odśrodkowej. Punkt „d”: podany wzór na siłę dośrodkową jest błędny.

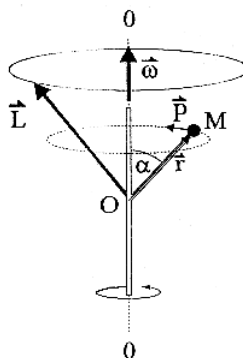
Ad 4.

Moment pędu bryły nie musi być (i na ogół nie jest) równoległy do osi obrotu. Jest równoległy tylko wtedy, gdy oś obrotu jest równoległa do jednego z trzech kierunków głównych bryły. (Każda bryła posiada trzy takie prostopadłe do siebie kierunki.) Stwierdzenie „a” jest więc nieprawdziwe.

Rzut momentu pędu na oś obrotu jest równy iloczynowi momentu bezwładności obliczonemu względem tej osi i prędkości kątowej (która z definicji jest równoległa do tej osi i różna od zera, bo bryła się obraca). Tak więc rzut ten nie może być równy zero, czyli moment pędu nie może być prostopadły do osi obrotu: stwierdzenie „b” jest fałszywe.

Warunki opisane w punkcie „c” gwarantują tylko, że rzut momentu pędu na oś obrotu jest stały. Nie gwarantują jednak tego, że wektor momentu pędu jest stały.

Stwierdzenie „d” jest poprawne: jeżeli bryła obraca się wokół osi nie będącej kierunkiem głównym, to moment pędu nie jest stały, tylko zakreśla powierzchnię stożka z osią obrotu jako osią symetrii. Jako przykład rozważmy bryłę pokazaną na rysunku, składającą się z dwóch nieważkich prętów sztywno połączonych ze sobą pod kątem α i punktu materialnego o masie M , przymocowanego do końca jednego z prętów. Bryła ta może się obracać wokół osi 0-0. Na rysunku zaznaczono wektor momentu pędu $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ obliczanego względem punktu O. Wektor ten zakreśla powierzchnię stożkową o osi symetrii wzdłuż osi 0-0.

**Ad 8.**

W punkcie „a” są dwa nieprawdziwe stwierdzenia:

- po pierwsze, w przemianie izotermicznej średnia odległość cząsteczek nie pozostaje stała (zmienia się objętość);
- po drugie, energia wewnętrzna gazu doskonałego nie ma związku z odległością jego cząsteczek.

Stwierdzenie „b” jest poprawne: cząsteczki gazu doskonałego nie oddziałują na odległość, czyli energia wewnętrzna gazu jest przechowywana w formie energii kinetycznej jego cząsteczek, a ta wiąże się jednoznacznie z temperaturą. Skoro więc temperatura jest stała, czyli średnia energia kinetyczna cząsteczek jest stała, to energia wewnętrzna gazu jest stała.

Stwierdzenie „c” i „d” są jawnie nieprawdziwe.

Ad 12.

Wewnątrz sfery pola nie ma i stąd wynika prawdziwość stwierdzenia „a”.

Potencjał na powierzchni sfery jest ujemny. (Czyli odpowiedź „b” jest fałszywa).

Przy ustalonym ładunku na sferze potencjał w całym jej wnętrzu i na powierzchni wynosi $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$, gdzie r jest promieniem sfery, a Q jest ładunkiem zgromadzonym na sferze. Potencjał zależy więc od promienia sfery. („c” – fałszywe)
Potencjał w nieskończoności jest równy zero, czyli jest różny od potencjału we wnętrzu sfery.

Ad 13.

Potencjał całej lewej okładki jest wyższy od potencjału prawej okładki o wielkość $|\vec{E}|d$. Pomiedzy okładką lewą i punktem A pole jest równe zero, więc potencjał punktu A jest taki jak lewej okładki. Podobnie potencjał punktu B jest taki jak prawej okładki. Dlatego prawdziwe jest stwierdzenie „a”.

Z tych samych powodów stwierdzenie „b” jest nieprawdziwe.

Stwierdzenie „c” jest nieprawdziwe, ponieważ potencjał jest wielkością określaną dla punktów przestrzeni; obecność przewodnika nie jest konieczna.

Stwierdzenie „d” jest jawnie nieprawdziwe.

Ad 14.

Skoro $R = \alpha T$ i równocześnie $T = \beta I$, to

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{\alpha\beta I} = \frac{U^2}{\alpha\beta \frac{P}{U}}, \quad \text{czyli} \quad P^2 = \frac{U^3}{\alpha\beta}.$$

Prawdziwe jest więc stwierdzenie ujęte w punkcie „d”.

Ad 16.

W układzie poplynie „prąd okrężny” o natężeniu I równym $\frac{2\epsilon}{2R_W} = \frac{\epsilon}{R_W}$. Na każ-

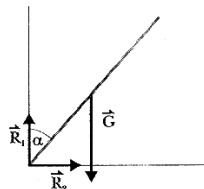
dym ogniwie mamy spadek potencjału na oporze wewnętrznym o $IR_W = \epsilon$ i zarazem wzrost potencjału o ϵ (z powodu siły elektromotorycznej). Przechodząc przez każde ogniwo odnotujemy więc zerową zmianę potencjału prawdziwe jest stwierdzenie „c”.

Ad 17.

Mamy tu identyczne ogniwa połączone równolegle, które dają łączną SEM równą ϵ . Stwierdzenie „a” jest więc prawdziwe.

Ad 18.

Stwierdzenie „a” jest prawdziwe. Na pręt działają siły: grawitacji \vec{G} , reakcji podłoża \vec{R}_1 i reakcji ściany (na rysunku jest to siła \vec{R}_2 działająca w prawo). Pod wpływem tej właśnie siły pręt zwiększa poziomą (zwróconą w prawo) składową swo-



jego pędu). Gdyby jednak dolny koniec pręta pozostał na miejscu aż do upadku pręta, to pozioma składowa pędu pręta byłaby w chwili jego uderzenia o podłogę równa zero (bo pęd w tej chwili byłby pionowy). Wynika z tego, że w naszym doświadczeniu poziomy pęd pręta rośnie tylko od początku ruchu do pewnej chwili (do pewnego kąta α). Później pęd ten jest już stały, czyli prędkość pozioma środka masy pręta jest stała: dolny koniec pręta odsuwa się od ściany i od tej chwili siły \vec{R}_2 nie ma.

Stwierdzenie „b” jest jawnie fałszywe. Stwierdzenie „c” jest fałszywe w świetle wyjaśnień dotyczących punktu „a”.

Pręt wykonuje w pierwszej fazie ruch wahadła fizycznego, w którym prędkość kąto- wa nie rośnie liniowo z czasem, bo moment sił (zwiększający prędkość kątową) nie jest stały. (Stwierdzenie „d” jest więc fałszywe.)

Ad 20.

Stwierdzenie „a” jest prawdziwe, bo tarcza obraca się swobodnie: brak momentów sił zewnętrznych, których rzut na oś obrotu byłby różny od zera, a więc rzut momentu pędu na tę os jest stały. Z tych samych powodów stwierdzenie „b” jest nie- prawdziwe.

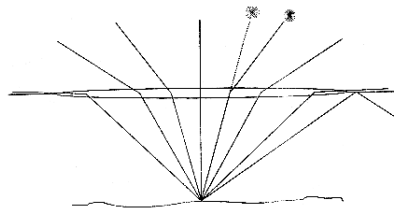
W czasie marszu człowieka ze środka tarczy na jej brzeg energia kinetyczna układu maleje. Wynika to z zasady zachowania pionowej składowej momentu pędu. Jej wartość bezwzględna równa jest $|L_2| = I\omega$, gdzie I oznacza moment bezwładności układu, obliczany względem osi obrotu, zaś ω oznacza prędkość kątową. Zachowanie pionowej składowej momentu pędu oznacza, że ilokrotnie rośnie moment bezwładności, tylokrotnie maleje prędkość kąto- wa. Wynika z tego, że przy n -krot- nym wzroście momentu bezwładności (gdy człowiek przechodzi na brzeg tarczy), następuje n^2 -krotne zmniejszenie kwadratu prędkości kąto- wej, czyli n -krotne zmniejszenie energii kinetycznej $\frac{I\omega^2}{2}$.

Ad 21.

Oko zobaczy rzeczywisty odwrócony obraz „zawieszony” w przestrzeni w miejscu, w którym był ekran. Obraz ten tworzą promienie nadbiegające do oka z soczewki, dlatego będzie on widoczny tylko na tle soczewki. Przy dostatecznie dużej soczewce możemy zobaczyć go obydwoma oczami, co pozwala na przestrzenne zlokalizo- wanie obrazu (bardzo efektowne doświadczenie). (Poprawny jest rysunek „b”.)

Ad 22.

Leżąc na dnie stawu, widzimy nad sobą zde- formowany obraz całego otoczenia zbiorni- ka wodnego. Wyjaśnia to rysunek: do na- szego oka dociera obraz przedmiotu znajdu- jącego się na brzegu zbiornika, przy samej powierzchni wody. Obraz ten wypadnie na



brzegu koła. Poza tym kołem widzimy już tylko obraz dna odbity od wewnętrznej powierzchni wody. Tak więc prawdziwe jest stwierdzenie „b”.

Stwierdzenie „c” jest nieprawdziwe, bo obraz gwiazdy jest bliżej zenitu niż w rzeczywistości.

Stwierdzenie „d” też jest nieprawdziwe.

Ad 24.

Podczas przesuwania tłoka żadna z cząsteczek nie mogła go dogonić. Wynika z tego, że gaz nie mógł wykonać żadnej pracy na tłoku, czyli nie zmieniła się energia wewnętrzna gazu. Wynika z tego dalej, że temperatura gazu nie zmieniła się. Prawdziwe jest stwierdzenie „c”.

Ciśnienie gazu zmaleje dwukrotnie, czyli stwierdzenie „d” jest nieprawdziwe.

Ad 25.

Obraz Księżyca, jaki utworzy się w odległości f za pierwszą soczewką, służy jako odwrócony przedmiot dla soczewki rozpraszającej. Soczewka rozpraszająca tworzy pozorny, nieodwrócony obraz tego przedmiotu, czyli pozorny, odwrócony obraz Księżyca. Prawdziwe jest zatem stwierdzenie „c”.

Ad 27.

Prawdziwe jest stwierdzenie „a”. Na wprost (prążek centralny) zobaczymy barwę zieloną, bo nałożą się prążki żółty i niebieski. W widmie pierwszego rzędu (i następnych rzędów, których już nie ma na rysunkach) większemu odchyleniu podlega dłuższa fala, czyli będzie tak, jak napisano w punkcie „a”.

Ad 30.

Prąd elektryczny popłynąłby w pętli tylko wtedy, gdyby pojawiło się wirowe pole elektryczne. W warunkach opisanych z zadaniu we wnętrzu kondensatora pojawia się tylko wirowe pole magnetyczne (bo pole elektryczne słabnie). Dlatego prawdziwe jest stwierdzenie „d”.

Bliższe prawdy jest stwierdzenie „c”. Istotnie, pojawi się wirowe pole magnetyczne, ale w tym przypadku zorientowane przeciwnie, niż to jest sugerowane w punkcie „c”.

Ad 32.

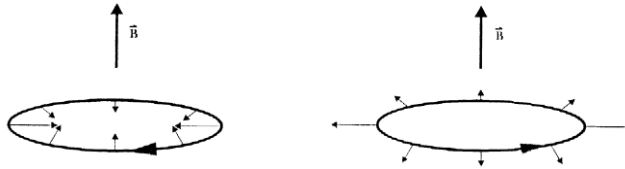
Prawdziwa jest odpowiedź „b”. Na zegarku kosmonauty upłynie bowiem czas $\frac{d}{v}$.

Na zegarach w układzie spoczywającym upłynie czas $\left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ razy większy.

Ad 33.

W warunkach opisanych w zadaniu prąd zapewniający lewitację nie istnieje, ponieważ siła Lorentza rodząca się ze współdziałania prądu w poziomej pętli z pionowym polem magnetycznym jest (dla każdego odcinka pętli) pozioma. Prawdzi-

we jest tylko stwierdzenie „c”. Na rysunkach pokazaliśmy siły działające na poszczególne fragmenty przewodnika w zależności od kierunku prądu.



Ad 34.

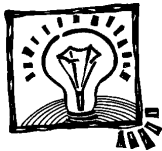
Stwierdzenie „a” jest prawdziwe. Grudka porusza się w układzie roweru z prędkością o wartości bezwzględnej równej wartości bezwzględnej prędkości roweru względem jezdni.

Błoto przyklejone do koła na przemian leży na jezdni i pomyka na szczycie koła. Stwierdzenie „b” jest więc fałszywe.

Stwierdzenie „d” jest fałszywe.

Energia w układzie jezdni oscyluje w granicach $0 \leq E_k \leq \frac{1}{2}m(2v)^2$, stwierdzenie „c” jest zatem fałszywe.

Stwierdzenie „d” jest jawnie fałszywe.



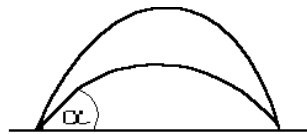
Egzamin wstępny z fizyki, SMP UJ, 2001 r.

Marek Gołąb, Zbigniew Sosin

Instytut Fizyki UJ

1. Oddajemy dwa strzały z armaty. Pierwszy, mniejszy kąt wystrzału wynosił α . Przy drugim strzale, oddanym pod większym kątem, uzyskano ten sam zasięg. Stosunek czasów przelotu kul wynosił (prędkość wylotu kuli w obu przypadkach jest taka sama):

- A) $\sin 2\alpha$
- B) $\sin \alpha$
- C) $\operatorname{tg} \alpha$
- D) $\cos \alpha$

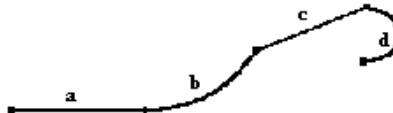


2. Walec o masie m i momencie bezwładności J może zsunąć się po równi pochyłej bez tarcia, jak również stoczyć się po niej bez poślizgu. W którym z przypadków walec szybciej znajdzie się na końcu równi?

- A) tocząc się
- B) ślizgając się
- C) czasy będą równe
- D) to zależy od stosunku J/m

3. Na rysunku zaznaczono tor, po którym poruszało się ciało w układzie inercyjnym. Na której z części toru na ciało mogła nie działać siła.

- A) w częściach b i c
- B) w częściach a i c
- C) w częściach a i b
- D) w częściach b i d



4. Kulka o masie m_1 , zderzająca się centralnie ze spoczywającą drugą kulką o masie m_2 , traci najwięcej energii kinetycznej:

- A) gdy $m_1 = m_2$
- B) strata energii nie zależy od stosunku mas
- C) gdy $m_1 < m_2$
- D) gdy $m_1 > m_2$

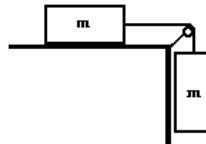
5. Siła tarcia nie zależy od:

- A) rodzaju powierzchni trących
- B) wielkości powierzchni
- C) siły nacisku
- D) współczynnika tarcia

6. Naciąg liny w układzie przedstawionym na rysunku wynosi:

(tarcie i masę bloczka pomijamy)

- A) mg
- B) $0,5mg$
- C) $2 mg$
- D) 0



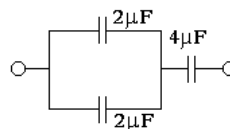
7. Kulka porusza się po okręgu zawierającym się w płaszczyźnie pionowej. W najwyższym położonym punkcie wypadkowa siła działająca na kulkę wynosi zero. Stosunek energii kinetycznej w najniższym punkcie toru do energii kinetycznej w punkcie najwyższym wynosi:

- A) 2
- B) 4
- C) 5
- D) 3

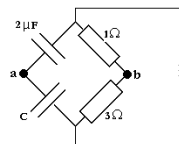
8. Energia ruchu obrotowego łyżwiarza wykonującego piruet wraz ze zbliżaniem ramion:

- A) nie zmienia się gdyż rośnie prędkość jego obrotów i maleje moment bezwładności
B) nie zmienia się ze względu na zasadę zachowania pędu
C) wzrasta o wartość pracy wykonanej przez łyżwiarza podczas przyciągania ramion
D) maleje, bo maleje moment bezwładności
9. Ze stali wykonano obręcz, kulę, sześcian i pręt (o przekroju równym przekrojowi obręczy). Waga każdego obiektu wynosi 1 kg. Zakładając, że oś obrotu przechodzi przez środek ciała, maksymalny moment bezwładności posiada:
- A) pręt
B) kula
C) obręcz
D) sześcian
10. Wahadło wykonuje drgania harmoniczne. W punkcie największego wychylenia:
- A) prędkość i przyspieszenie ciała są maksymalne
B) prędkość jest równa zero a przyspieszenie jest maksymalne
C) prędkość i przyspieszenie ciała są równe zero
D) prędkość jest maksymalna, a przyspieszenie równe zero
11. Ciężar ciała na równiku jest:
- A) taki sam jak na biegunie
B) mniejszy niż na biegunie
C) większy niż na biegunie
D) to zależy od pory dnia
12. Na jakiej wysokości h nad powierzchnią Ziemi przyspieszenie ziemskie jest cztery razy mniejsze niż tuż przy powierzchni Ziemi (R_z – promień Ziemi)?
- A) $h = R_z$
B) $h = 2R_z$
C) $h = 4R_z$
D) $h = 0,5R_z$
13. Stan nieważkości w rakiecie lecącej na Księżyc pojawi się w chwili, gdy:
- A) osiągnie ona pierwszą prędkość kosmiczną
B) osiągnie ona drugą prędkość kosmiczną
C) osiągnie punkt równowagi przyciągania Ziemi i Księżyca
D) ustanie praca silnika
14. Dwie kulki znajdują się w stałej odległości. Jak należy rozdzielić ładunek Q na te kulki, by siła ich wzajemnego odpychania była największa?
- A) po połowie
B) w stosunku 1:2

- C) w stosunku 1:3
D) w stosunku 1: π
15. Na okrąg o promieniu r wprowadzono ładunek Q , uzyskując stałą jego gęstość λ ($Q = 2\pi r\lambda$). Potencjał V w środku okręgu wynosi:
- A) $\lambda/(2\epsilon\epsilon_0)$
B) $\lambda^2/(2\epsilon\epsilon_0 r)$
C) $\lambda/(2\epsilon\epsilon_0 r^2)$
D) $\lambda/(2\epsilon\epsilon_0 \ln r)$
16. Sferę kulistą naładowano równomiernie ładunkiem Q . Jeśli odległość od środka sfery oznaczymy przez r , to pole elektryczne jest określone następująco:
- A) jest równe 0 wewnątrz sfery, a na zewnątrz $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2)$
B) wewnątrz i na zewnątrz sfery $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2)$
C) wewnątrz sfery $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2)$, a na zewnątrz $E = \text{const.}$
D) jest równe $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r)$ wewnątrz sfery, a na zewnątrz $E = Q/(4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2)$
17. Naładowana cząstka porusza się w polu elektrostatycznym. W czasie jej ruchu nie zmienia się:
- A) energia kinetyczna
B) energia całkowita
C) energia potencjalna
D) pęd
18. Jeśli z naładowanego kondensatora odłączonego od źródła napięcia usuniemy dielektryk ($\epsilon_r > 1$), to energia kondensatora:
- A) wzrośnie
B) zmaleje
C) nie zmienia się
D) efekt zależy od pojemności kondensatora
19. Pojemność baterii kondensatorów przedstawionej na schemacie wynosi:
- A) $1\mu\text{F}$
B) $2\mu\text{F}$
C) $3\mu\text{F}$
D) $5\mu\text{F}$



20. W obwodzie pokazanym na rysunku różnica potencjałów pomiędzy punktami a i b jest równa zero gdy pojemność C przyjmuje wartość:
- A) $2/3\mu\text{F}$

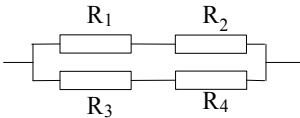


- B) $3\mu\text{F}$
C) $6\mu\text{F}$
D) $1/3\mu\text{F}$
21. Jeżeli dwie grzałki o jednakowej mocy połączymy szeregowo i włączymy do sieci, to w stosunku do pojedynczej grzałki woda zagotuje się w czasie:
A) dwa razy krótszym
B) takim samym
C) cztery razy dłuższym
D) około dwa razy dłuższym
22. Energia równa 1 kilowatogodzinie jest pobierana przez odbiornik $20\ \Omega$ w czasie 0,5 h. Wynika stąd, że płynący przez opornik prąd ma wartość:
A) 4 A
B) 2 A
C) 10 A
D) 20 A
23. W obwodzie zamkniętym indukuje się siła elektromotoryczna indukcji proporcjonalna do:
A) wielkości prądu płynącego w tym obwodzie
B) szybkości zmian strumienia magnetycznego obejmowanego przez obwód
C) pojemności obwodu
D) wielkości użytych w obwodzie oporników
24. Ramka wiruje w jednorodnym polu magnetycznym i wykonuje $n = 10$ obr/s. Jeżeli wiadomo, że maksymalna wartość siły elektromotorycznej wynosi $E = 2\ \text{V}$, to maksymalna wartość strumienia obejmującego ramkę wynosi:
A) 2 Wb
B) $3,18 \cdot 10^{-2}$ Wb
C) 0,5 Wb
D) 2,16 Wb
25. Transformator podwyższa napięcie $U_1 = 220\ \text{V}$ do wartości 1500 V. W uzwojeniu wtórnym płynie prąd o natężeniu $I_2 = 0,2\ \text{A}$. Jeśli sprawność transformatora $\eta = 96\%$, to natężenie prądu w obwodzie pierwotnym wynosi:
A) 1,42 A
B) 2,46 A
C) 15,1 A
D) 0,029 A
26. Jeśli podgrzewamy półprzewodnik samoistny, to wówczas:
A) rośnie liczba elektronów przewodnictwa, a maleje liczba dziur
B) rośnie liczba dziur, a maleje liczba elektronów

- C) rośnie jednakowo liczba elektronów i dziur
D) maleją liczby elektronów i dziur
27. Światło odbite jest całkowicie spolaryzowane, gdy kąt padania na granicę dwu ośrodków przezroczystych jest:
A) mniejszy od granicznego
B) większy od granicznego
C) równy granicznemu
D) taki, że promień załamany i odbity tworzą kąt prosty
28. Za pomocą którego spośród niżej wymienionych zjawisk można wykazać, że badana fala jest falą poprzeczną:
A) interferencji
B) dyfrakcji
C) rozszczepienia w pryzmacie
D) żadnego z wymienionych
29. W oku ludzkim na siatkówce powstaje obraz:
A) rzeczywisty i odwrócony
B) rzeczywisty i prosty
C) pozorny i odwrócony
D) pozorny i prosty
30. Powierzchnia metalu emituje elektrony, gdy pada na nią światło zielone, natomiast nie emituje elektronów pod wpływem światła żółtego. Elektrony będą również wybijane przez:
A) promieniowanie podczerwone
B) światło fioletowe
C) światło czerwone
D) promieniowanie mikrofalowe
31. Z wysokiego mostu upuszczono 2 kamienie w odstępie czasu Δt . W jaki sposób podczas spadku zmienia się odległość między kamieniami (opór powietrza zaniedbujemy)?
A) rośnie liniowo z upływem czasu
B) pozostaje stała
C) zmniejsza się
D) rośnie proporcjonalnie do kwadratu czasu
32. Pęd fotonu dany jest wyrażeniem:
A) $p = mc$
B) $p = h/\lambda$
C) $p = hv$
D) $p = h\omega/c$

33. Zgodnie z prawami elektrodynamiki klasycznej, elektron krążący wokół jądra atomowego:
- A) po krótkim czasie powinien spaść na jądro, poruszając się po torze spiralnym
 - B) obiega jądro atomowe po torze kołowym
 - C) obiega jądro atomowe po torze eliptycznym (jądro znajduje się w jednym z ognisk elipsy)
 - D) oddali się od jądra
34. Jakie powinno być napięcie przyspieszające elektrony w mikroskopie elektronowym, aby długość fali de Broglie'a wynosiła 0,01 nm?
- A) 3 kV
 - B) 15 kV
 - C) 20 kV
 - D) 1,5 kV
35. Średni własny czas życia mionu wynosi około $2 \cdot 10^{-6}$ s. Prędkość wiązki mionów wynosi 0,9 c. Jaką drogę przebędą miony przed rozpadem (c – prędkość światła)?
- A) $12,4 \cdot 10^3$ cm
 - B) $12,4 \cdot 10^2$ m
 - C) 540 m
 - D) $6 \cdot 10^2$ m
36. Podczas przemiany izotermicznej zmiana energii wewnętrznej gazu doskonałego wynosi:
- A) $p\Delta V$
 - B) $V\Delta p$
 - C) zero
 - D) $\Delta p\Delta V$
37. W otwartej chłodnicy idealnego silnika Carnota znajduje się woda o temperaturze 100°C. Temperatura źródła ciepła wynosi $T_1 = 473$ K. Po wykonaniu przez silnik pracy $W = 100$ kJ z chłodnicy ubyło (ciepło parowania wody wynosi 2260 kJ/kg):
- A) 209 g
 - B) 165 g
 - C) 42 g
 - D) 105 g
38. Jeżeli temperatura gazu doskonałego wzrośnie dwukrotnie, to średni pęd cząsteczek gazu wzrośnie:
- A) 2 razy
 - B) 4 razy

- C) $\sqrt{2}$ razy
D) $2\sqrt{2}$ razy
39. 2 gramy helu ogrzewano w zamkniętym pojemniku, uzyskując przyrost temperatury $\Delta T = 50$ K. O ile dłużej należy ogrzewać tę samą ilość helu w cylindrze z ruchomym tłokiem, aby uzyskać taki sam przyrost temperatury (przy założeniu, że całe dostarczone ciepło jest przejmowane przez gaz)? Moc grzałki wynosi 41,55 W.
- A) 5 s
B) 5 min
C) 10 s
D) 15 s
40. Ile wody o temperaturze 10°C należy dolać do 2 kg wody o temperaturze 373 K, aby otrzymać wodę o temperaturze 60°C ? Ciepło właściwe wody wynosi 4,19 kJ/kg.
- A) 1,2 kg
B) 1,6 kg
C) 2,0 kg
D) 2,4 kg
41. Izotermy dwóch gazów w różnych temperaturach pokrywają się. Gazy te różnią się:
- A) gęstością
B) liczbą atomów w cząsteczce
C) liczbą cząsteczek
D) masą cząsteczkową
42. Pojemność kuli o promieniu R naładowanej ładunkiem Q wynosi:
- A) $4\pi\epsilon_0 R$
B) $R/(4\pi\epsilon_0)$
C) $4\pi\epsilon_0 Q/R$
D) $Q/(4\pi\epsilon_0 R)$
43. Przy rozprężaniu pewnej ilości gazu jego objętość wzrosła dwukrotnie, a ciśnienie zmalało 4 razy. Temperatura bezwzględna tego gazu:
- A) zmalała 2 razy
B) wzrosła 2razy
C) zmalała 4 razy
D) wzrosła 4 razy
44. Masa $m = 100$ g, zawieszona na sprężynie, rozciąga tę sprężynę o 10 cm. Po wprawieniu układu w drgania okres drgań wynosi około (przyjmując $g = 10 \text{ m/s}^2$):
- A) 6,3 s
B) 0,63 s

- C) 1,2 s
D) 0,3 s
45. Przesunięcie linii widmowych ku czerwieni jest wynikiem:
A) efektu Cole-Portera
B) absorpcji światła przez pył międzygalaktyczny
C) oddalaniem się galaktyk
D) zbliżaniem się galaktyk
46. Podczas efektu Comptona rozproszone pod pewnym kątem promieniowanie X:
A) ulega dyfrakcji przy niezmiętej długości fali
B) ma mniejszą długość fali niż promieniowanie padające
C) ma większą długość fali niż promieniowanie padające
D) ma taką samą długość fali jak promieniowanie padające
47. Wartości oporów są następujące: $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$. Największy spadek napięcia występuje na oporniku:
A) R_1
B) R_2
C) R_3
D) R_4
- 
48. Dwie kulki, na których znajdują się ładunki jednoimienne, wiszą na nitkach zaczepionych w jednym punkcie. Po umieszczeniu między kulkami uziemionej płyty metalowej, kulki:
A) rozchylą się bardziej
B) zbliżą się do siebie, ale nie zetkną się z płytą
C) nie zmienią położenia
D) dotkną płyty
49. Współczynnik załamania światła na granicy dwóch ośrodków jest związany:
A) ze zmianą częstotliwości fali świetlnej na granicy ośrodków
B) ze zmianą prędkości rozchodzenia się światła na granicy ośrodków
C) ze zmianą częstotliwości i długości fali świetlnej na granicy ośrodków
D) ze zmianą częstotliwości i prędkości rozchodzenia się fali świetlnej na granicy ośrodków
50. Różnica faz między dwoma odległymi o 0,5 m punktami ośrodka, w którym rozchodzi się fala dźwiękowa o częstotliwości 340 Hz z prędkością 340 m/s, wynosi:
A) $\pi/2$
B) 0
C) $\pi/4$
D) π

Odpowiedzi:

1 C	2 B	3 B	4 A	5 B	6 B	7 C	8 C	9 C	10 B
11 B	12 A	13 D	14 A	15 A	16 A	17 B	18 A	19 B	20 A
21 D	22 C	23 B	24 B	25 A	26 C	27 D	28 D	29 A	30 B
31 A	32 B	33 A	34 B	35 B	36 C	37 B	38 C	39 A	40 B
41 C	42 A	43 A	44 B	45 C	46 C	47 B	48 D	49 B	50 D



Próbny egzamin maturalny z fizyki z astronomią

OKE Wrocław

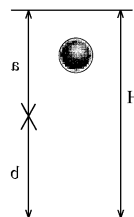
Od Redakcji:

Zachowano oryginalne sformułowania, spisane z formularzy wręczanych uczniom.

Zadania z arkusza egzaminacyjnego I (czas pracy 90 minut)

Zadanie 1. (3 pkt.)

Ciało spada swobodnie z wysokości H (patrz rysunek). Odcinki a i b są równe. Czy prawdziwa jest teza, że szybkość zmiany energii kinetycznej jest większa na odcinku b niż na odcinku a ? Odpowiedź uzasadnij.

**Zadanie 2. (3 pkt.)**

Automatyczna stacja kosmiczna krąży wokół Ziemi w odległości $H_1 = 3R_z$ (R_z promień Ziemi) **od jej powierzchni**. Jak i ile razy zmieni się energia kinetyczna stacji, jeżeli sprowadzimy ją na orbitę leżącą na wysokości $H_2 = R_z$ od jej powierzchni?

Zadanie 3. (3 pkt.)

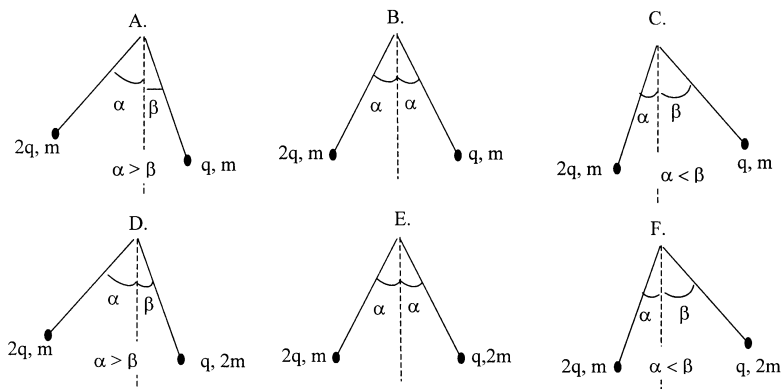
W elektronicznej lampie błyskowej zastosowano kondensator o pojemności $100 \mu\text{F}$. Podczas błysku dostarcza on w czasie 10^{-3} sekundy średnią moc o wartości $5 \cdot 10^4$ watów. Oblicz wartość napięcia panującego pomiędzy okładkami tego kondensatora w chwili rozpoczynania błysku.

Zadanie 4. (2 pkt.) (S1b, T7)

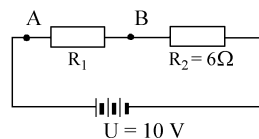
Dwie kulki naładowano ładunkami q i $2q$ i zawieszono w jednym punkcie na jedwabnych nitkach o długości L każda. Który z zamieszczonych niżej rysunków prawidłowo przedstawia ustawienie nici dla:

a) kulek o jednakowej masie.

b) kulek, z których jedna o ładunku q ma masę $2m$, a druga o ładunku $2q$ ma masę m .

**Zadanie 5. (3 pkt.)**

Między punktami AB w obwodzie przedstawionym na rysunku napięcie wynosi 4 V , napięcie na zaciskach baterii jest równe 10 V . Oblicz wartość oporu R_1 .

**Zadanie 6. (2 pkt.) (S2a, T9)**

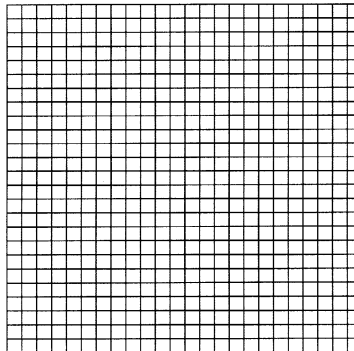
Od lipca 2001 r. została dokonana zmiana napięcia w sieci z 220 V na 230 V . Oblicz moc, jaką ma obecnie dawna żarówka 100 W . Załóż stałość oporu.

Zadanie 7. (4 pkt.) (S3, T8)

Rozpad promieniotwórczego pierwiastka jest mierzony za pomocą licznika Geigera-Müllera. Najpierw stwierdzono, że w miejscu dokonywania pomiaru tło wynosi 20 impulsów na minutę. Następnie przy liczniku umieszczono badaną próbkę pierwiastka. Co kilka godzin mierzono i zapisywano w tabeli ilości impulsów na minutę rejestrowane przez licznik. Oto wyniki:

Czas w godzinach od rozpoczęcia pomiarów	Ilość impulsów na minutę rejestrowana przez licznik	
0 (start)	120	
6	71	
8	59	
10,5	52	
20	29	

Sporządź wykres zależności ilości impulsów na minutę od czasu rozpadu promieniotwórczego pierwiastka. Na jego podstawie wyznacz okres połowicznego zaniku pierwiastka. Uzasadnij odpowiedź.



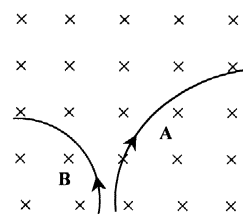
Zadanie 8. (2 pkt.) (S2a, T8)

Jeden z izotopów pierwiastka ameryk rozpada się, emitując cząstkę α i przekształca w izotop neptunu ${}^{237}_{93}\text{Np}$. Wyznacz liczbę protonów i neutronów w jądrze ameryku.

Zadanie 9. (2 pkt.) (S1b, T10)

Rysunek obok przedstawia ślady torów dwóch cząstek A i B w komorze Wilsona. Pole magnetyczne jest jednorodne i ma kierunek prostopadły do płaszczyzny rysunku i zwrot za płaszczyznę kartki. Tory leżą w płaszczyźnie kartki.

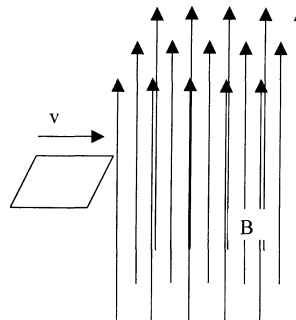
- Która z cząstek ma ładunek dodatni, a która ujemny?
- Która z nich ma większą masę, zakładając, że obie cząstki mają jednakowe prędkości i wartości ładunków? Odpowiedź uzasadnij.



Zadanie 10. (4 pkt.) (S1b, T11)

Kwadratowa ramka poruszająca się ruchem jednostajnym wchodzi do pola magnetycznego tak, że płaszczyzna ramki jest prostopadła do kierunku pola magnetycznego (jak na rysunku). W czasie ruchu, gdy pole obejmuje tylko część powierzchni ramki, powstaje w niej prąd o stałym natężeniu. Po całkowitym wejściu ramki w pole, mimo dalszego jej ruchu prąd znika.

- Uzasadnij dlaczego natężenie indukującego się prądu jest najpierw stałe, a potem równe zero.
- Czy powstałby prąd indukcyjny gdyby ramka znajdująca się całkowicie w jednorodnym polu magnetycznym poruszała się w nim ruchem jednostajnie przyspieszonym? Odpowiedzi uzasadnij.



Zadanie 11. (3 pkt.) (2Sb, T11)

Jak wiadomo, transformator może służyć do podwyższania napięcia podczas przesyłania energii elektrycznej na duże odległości. Powoduje to znaczne zmniejszenie

strat w liniach przesyłowych (mniejsze wydzielanie ciepła w przewodach). Oblicz, jaki powinien być stosunek liczby zwojów uzwojenia wtórnego do liczby zwojów uzwojenia pierwotnego, aby straty zmniejszyły się 10 000 razy? Zakładamy, że moc przekazywana do odbiorcy jest taka sama.

Zadanie 12. (2 pkt.) (S1b, T12)

Powietrze składa się przede wszystkim z cząsteczek azotu i tlenu. Obie cząsteczki są dwuatomowe, masy atomowe tlenu i azotu wynoszą odpowiednio: 16 i 14.

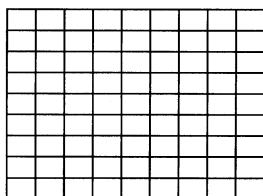
Które z cząsteczek (azotu czy tlenu) poruszają się (średnio) z większą prędkością w tej samej temperaturze? Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 13. (2 pkt.) (S4a, T14)

Wiszący na sprężynie ciężarek został pociągnięty w dół, a następnie puszczone swobodnie, w wyniku czego zaczął wykonywać drgania o okresie $T = 2$ sekundy z amplitudą $A = 2$ cm.

a) Na znajdującej się poniżej siatce naszkicuj wykres zależności wychylenia od czasu (liczonego od momentu puszczenia ciężarka) dla opisanego ruchu podczas jednego okresu drgań.

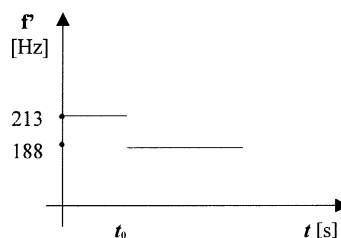
b) Przyjmując, że zależność wychylenia od czasu ma postać: $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, oblicz wartość fazy początkowej w opisywanym ruchu.



Zadanie 14. (3 pkt.) (S2a, T15)

W pobliżu linii kolejowej rejestrujemy wysokość dźwięku sygnału wysyłanego z pociągu poruszającego się ze stałą prędkością u . Zapis częstotliwości dźwięku w funkcji czasu ma postać przedstawioną na wykresie obok.

Oblicz prędkość u pociągu. Przyjmij prędkość dźwięku w powietrzu równą 332 m/s.



Zadanie 15. (2 pkt.) (S2a, T16)

Jeżeli na siatkę dyfrakcyjną pada światło białe, to w wyniku rozszczepienia podczas dyfrakcji, na ekranie zobaczymy kolorowe widma różnych rzędów. Możliwe jest częściowe nakładanie widma jednego rzędu na widmo innego rzędu. Zakładając, że w widmie trzeciego rzędu światło niebieskie ($\lambda = 0,45 \mu\text{m}$) pokrywa się ze światłem o innej barwie w widmie drugiego rzędu, oblicz długość fali i podaj barwę światła w widmie drugiego rzędu.

Zadania z arkusza egzaminacyjnego II (czas pracy 120 minut)

Zadanie 16. (12 pkt.)

Stara łódź podwodna

W czasie operacji zanurzenia łodzi podwodnej odległość od dna mierzona jest sonarem z dokładnością do 1 m. Kapitan zerka na zegarek, rejestrując czas osiągnięcia kolejnych pozycji zanurzenia. Jego obserwacje przedstawia poniższa tabelka:

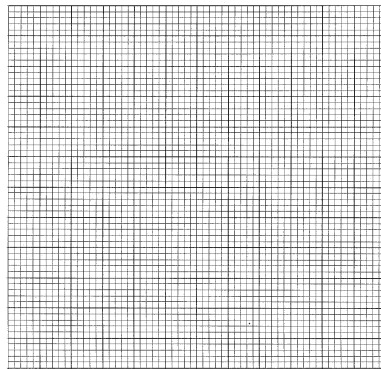
x [m]	50	40	29	20	10
t [s]	6,0	12,0	19,0	24,0	29,0

gdzie: x – oznacza odległość okrętu od dna,

t – czas, w którym łódź znajduje się w określonej odległości nad dnem.

Biorąc pod uwagę nierówności dna oraz czas reakcji człowieka, kapitan przyjął, że niepewność pomiaru położenia wynosiła: $\Delta x = \pm 1$ m, a niepewność pomiaru czasu wynosiła $\Delta t = \pm 1$ s.

a) Wykonaj wykres zależności odległości okrętu od dna od czasu: na znajdującej się siatkę nanieś punkty pomiarowe i narysuj linię najlepszego dopasowania. (5 pkt.)



b) Korzystając z narysowanej prostej wyznacz średnią szybkość zanurzenia okrętu. (2 pkt.)

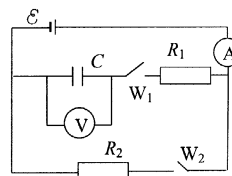
c) Zaznacz na wykresie niepewności pomiarów i narysuj proste minimalnego i maksymalnego nachylenia. (2 pkt.)

d) Na ich podstawie oszacuj niepewność wyznaczenia średniej szybkości zanurzenia okrętu. (3 pkt.)

Zadanie 17. (10 pkt.)

Kondensator w obwodzie elektrycznym

W przedstawionym obok obwodzie elektrycznym ogniwo elektryczne ma SEM równą 1,5 V i opór wewnętrzny $R_w = 0,5 \Omega$. Opór $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 1,5 \Omega$. Pojemność kondensatora



C wynosi 100 pF. Opór woltomierza jest bardzo duży (rzędu kilku $M\Omega$). Opór amperomierza jest znikomo mały.

W pierwszej części doświadczenia wyłącznik W_2 jest otwarty.

a) Po zamknięciu wyłącznika W_1 obserwowano niewielki prąd płynący przez amperomierz; po chwili prąd przestał płynąć. Podaj i krótko opisz przyczynę tego zjawiska. (1 pkt)

b) Podaj wartość napięcia wskazywanego przez woltomierz w momencie, w którym prąd nie płynie przez amperomierz. Uzasadnij odpowiedź. (2 pkt.)

c) Od czego zależał będzie czas (po zamknięciu wyłącznika W_1), w którym przez amperomierz będzie płynął prąd? Uzasadnij odpowiedź. (2 pkt.)

d) Oblicz wartość ładunku zgromadzonego na okładkach kondensatora w momencie, w którym prąd przestał już płynąć. (1 pkt)

Przy zamkniętym wyłączniku W_1 , zamykamy wyłącznik W_2 .

e) Wykaż, że wartość natężenia prądu wskazywanego przez amperomierz po dłuższej chwili po zamknięciu wyłącznika W_1 (wskazania są ustabilizowane) wynosi 750 mA. (1 pkt)

f) Oblicz wskazania woltomierza w sytuacji przedstawionej w punkcie poprzednim. (2 pkt.)

g) Czy wartość napięcia wskazywanego przez woltomierz będzie zależała od wartości oporu opornika R_1 ? Dlaczego? (1 pkt)

Zadanie 18. (13 pkt.)

Gaz

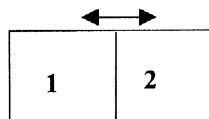
W izolowanym pojemniku znajdują się dwa jednoatomowe gazy (spełniające prawa stanu gazu doskonałego) rozdzielone przesuwaną się ścianką, która może przewodzić ciepło.

Wartości parametrów obu gazów w chwili początkowej są równe:

$$V_1 = V_2 = V = 1 \text{ m}^3$$

$$p_1 = p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$T_1 = 450 \text{ K}, \quad T_2 = 300 \text{ K}$$



a) Korzystając z równania Clapeyrona, oblicz stosunek liczby moli obu gazów. W której części pojemnika: 1 czy 2, jest więcej cząstek gazu? Uzasadnij odpowiedź. (3 pkt.)

b) Wiedząc, że ścianka rozdzielająca oba gazy może przewodzić ciepło, porównaj końcowe parametry obu gazów p , T , V po ustaleniu się stanu równowagi (podaj relacje między nimi: $<$, $=$, \neq , $>$). (3 pkt.)

c) O ile i w którą stronę przesuwnie się ścianka na skutek przepływu ciepła pomiędzy pojemnikami 1 i 2? Powierzchnia ścianki jest równa 1 m^2 . (5 pkt.)

d) Oblicz temperaturę końcową, po ustaleniu się stanu równowagi obu gazów. Załóż, że ciśnienie gazu w obu częściach pojemnika jest nadal jednakowe i równe początkowemu. (2 pkt.)

Zadanie 19. (14 pkt.)

Niesforny chłopiec

Chłopiec przymocował do sznurka kamień o masie równej 0,4 kg i kręci nim nad głową, trzymając rękę na wysokości $H = 1,7$ m od ziemi. W pewnym momencie kamień, obracający się w płaszczyźnie poziomej osiąga wysokość $h = 1,3$ m. Długość sznurka wynosi $l = 0,8$ m. Oblicz wartości:



- a) promienia okręgu, jaki zakreśli kamień na tej wysokości. (1 pkt)
 b) siły, z jaką sznur działa na kamień i siły dośrodkowej. Przyjmij przyspieszenie ziemskie równe $9,81 \text{ m/s}^2$. (4 pkt.)
 c) Oblicz pracę, jaką należy wykonać, aby kamień poruszający się początkowo w płaszczyźnie poziomej na wysokości $h = 1,4$ m nad powierzchnią ziemi, poruszał się w poziomej płaszczyźnie na wysokości $h = 1,6$ m. Podczas rozwiązywania tego zadania skorzystaj z tabeli, którą sporządzili uczniowie, gdy nauczyciel polecił im analizę ruchu takiego kamienia w płaszczyźnie poziomej na różnych wysokościach nad ziemią. (4 pkt.)

h [m]	r [m]	N [N]	Q [N]	$F_{\text{doś}}$ [N]	v [m/s]
1,4	0,74	10,45	3,92	9,69	4,2
1,5	0,77	15,69	3,92	15,19	5,4
1,6	0,79	31,36	3,92	31,11	7,8

Oznaczenia:

h – odległość płaszczyzny poziomej, w której zachodzi ruch kamienia od powierzchni ziemi;

r – promień okręgu po jakim porusza się kamień;

N – wartość siły naciągu sznura;

Q – wartość siły ciężkości kamienia;

$F_{\text{doś}}$ – wartość siły dośrodkowej;

v – szybkość kamienia.

Nauczyciel fizyki zwrócił uwagę, że kamień po zerwaniu się sznurka mógł trafić w bawiące się dzieci. Polecił uczniom rozwiązać następujące zadanie:

d) Na placu zabaw oprócz niesfornego chłopca przebywają dzieci. Żadne z nich jednak nie znajduje się bliżej niż 7 m od chłopca. Czy kamień może trafić w dzieci, jeżeli sznurek zerwie się przy szybkości kamienia 10 m/s. Przyjmij, że kamień będzie wówczas poruszał się na wysokości równej 1,7 m nad ziemią po okręgu o promieniu równym długości sznura $l = 0,8$ m. Odpowiedź uzasadnij. (5 pkt.)

Zadanie 20. (11 pkt.)**USG**

Poniższy tekst został napisany na podstawie artykułu pochodzącego z czasopisma „Wiedza i Życie”. Tekst dotyczy badań ultrasonograficznych zwanych potocznie USG.

Zastosowanie ultradźwięków w diagnostyce medycznej opiera się na zjawisku odbicia i załamania fali przy wykorzystaniu korzystnych warunków rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w tkankach miękkich.

Poniższa tabela przedstawia szybkości dźwięku w różnych środowiskach i niektóre gęstości tych ośrodków.

Szybkość fali w różnych ośrodkach		Gęstości ośrodków
Powietrze (w 20°C)	344 m/s	1,2 kg/m ³
Krew	1570 m/s	1060 kg/m ³
Tkanka tłuszczowa	1450 m/s	960 kg/m ³
Mózg	1540 m/s	narządy wewnętrzne od 1010 kg/m ³ do 1070 kg/m ³
Wątroba	1550 m/s	
Nerki	1560 m/s	
Woda destylowana	1530 m/s	998 kg/m ³

*Wyemitowana fala (wytworzona przez źródło ultradźwięków), przechodząc przez ciało człowieka, wprawia w drgania napotkane tkanki. Gdy trafia na obszar o innej gęstości, na przykład granicę między różnymi strukturami anatomicznymi lub niejednorodności tkanki, takie jak zwapnienia, pęcherzyki gazów czy ciała obce, jej część zostaje odbita i wraca do źródła, część zaś podąża dalej, aż trafi na kolejną granicę. Stosunek natężenia fali odbitej do natężenia fali padającej prostopadle na granicę dwóch ośrodków jest nazywany **stopniem odbicia R** i wyraża się zależnością:*

$$R = \left(\frac{\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2}{\rho_1 v_1 + \rho_2 v_2} \right)^2, \text{ gdzie } \rho - \text{ jest gęstością ośrodka, } v - \text{ szybkością fali w ośrodku.}$$

a) Oszacuj wartość stopnia odbicia fali ultradźwiękowej dla przypadku, gdyby graniczyły ze sobą dwa narządy wewnętrzne o skrajnych wartościach gęstości zapisanych w tabeli. Przyjmij średnią szybkość rozchodzenia się fali w tych narządach równą 1540 m/s. (1 pkt)

Przed badaniem lekarz nakłada na skórę specjalny żel, eliminując w ten sposób warstwę powietrza, która oddziela głowicę od powierzchni skóry. Zamiast dwóch wyraźnych granic – na styku głowicy aparatu z powietrzem oraz powietrza ze skórą – mamy jedną dzięki odpowiednim własnościom żelu.

b) Oszacuj wartość stopnia odbicia fali na granicy powietrze – skóra i krótko skomentuj otrzymany wynik. Załóż, że gęstość skóry i szybkość fali ultradźwiękowej są zbliżone do odpowiednich wartości dla tkanek miękkich (patrz tabela). (2 pkt.)

Oporem akustycznym właściwym nazywamy iloczyn gęstości ośrodka i szybkości rozchodzenia się w nim fali.

c) Jaki powinien być opór akustyczny właściwy żelu, aby fala ultradźwiękowa prawie w całości przenikała do skóry. (1 pkt)

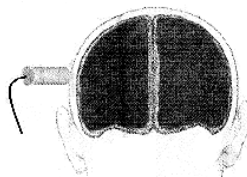
Rozdzielczość (czyli najmniejsze rozmiary szczegółów widocznych na obrazie USG) jest tym większa, im mniejsza jest długość fali ultradźwiękowej i jest rzędu długości fali.

Tłumienie fal w tkankach miękkich jest wprost proporcjonalne do częstości w zakresie stosowanym w diagnostyce medycznej (od 2 MHz do 20 MHz). Do badań np. jamy brzusznej, gdzie głębokość penetracji dochodzi do 30 cm stosuje się fale o częstości 2 MHz, natomiast do badań oczu, gdzie wymagany zasięg fal wynosi 3 cm, stosowane są częstości rzędu 20 MHz.

d) Oszacuj rozmiary najmniejszych szczegółów obserwowanych podczas badania oka i jamy brzusznej. Do obliczeń przyjmij średnią szybkość fali ultradźwiękowej dla ciała ludzkiego równą 1540 m/s. Dlaczego podczas obserwacji jamy brzusznej nie można użyć fal o częstości 20 MHz i tym samym uzyskać tak wysokiej rozdzielczości jak przy badaniu oka? (3 pkt.)

Generator ultradźwięków, będący drgającym kryształem, może równocześnie odbierać falę odbitą (echo) od granicy tkanek. Czas przejścia i amplituda są podstawowymi parametrami, z których uzyskuje się informacje o ośrodku badanym metodą echa.

Metoda ultrasonograficzna może być wykorzystywana np. do badania mózgu. Fale ultradźwiękowe o odpowiedniej częstości emitowane przez specjalną głowicę wysyłane są np. z lewej strony czaszki. Załóżmy, że przez głowicę zostały zarejestrowane trzy odbicia fali: od lewej strony mózgu, obszaru pomiędzy półkulami i prawej strony mózgu. Znając czas powrotu (zarejestrowany czas od emisji impulsu do jego powrotu po odbiciu) poszczególnych fal, można obliczyć np. rozmiary półkul mózgowych.



e) Podczas pewnego badania otrzymano następujące wyniki: odbicie od lewej strony czaszki (granica czaszka – mózg) nastąpiło po 0,011 milisekundy od wysłania impulsu, od obszaru pomiędzy półkulami po 0,127 milisekundy i od prawej strony czaszki po 0,241 milisekundy. Czy takie wyniki świadczą, że jedna z półkul jest powiększona; jeśli tak, to o ile? Odpowiedź uzasadnij. (4 pkt.)

Częściowe odpowiedzi (spisane z arkuszy ocen zadań):

Ad 1. Szybkość zmiany energii będzie rosła. Większa na odcinku b.

Ad 2. Energia kinetyczna stacji wzrośnie dwa razy.

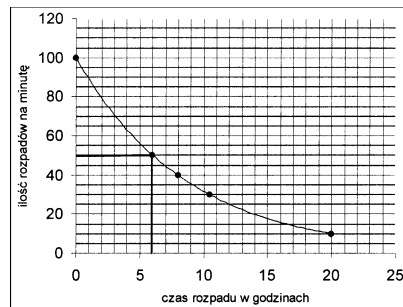
Ad 3. $U = 1000 \text{ V}$.

Ad 4. W przypadku a) prawidłowy jest rysunek B.
W przypadku b) prawidłowy jest rysunek D.

Ad 5. $R_1 = 4\Omega$

Ad 6. $P_2 \sim 109 \text{ W}$

Ad 7.



Czas połowicznego zaniku około 6 h.

Ad 8. Liczba protonów 95, neutronów 146.

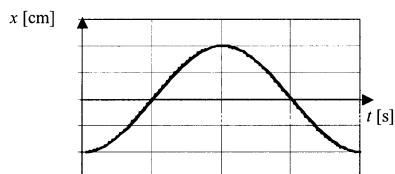
Ad 9. Cząstka C ma ładunek dodatni, a cząstka A ładunek ujemny. Większą masę ma cząstka A, bo $r = \frac{mU}{qB}$, q i v są jednakowe i cząstka o większej masie porusza się po okręgu o większym promieniu.

Ad 10. Przyrost powierzchni w jednostce czasu jest stały, gdy ramka porusza się ruchem jednostajnym, wtedy SEM indukcji i natężenie prądu są stałe.

Ad 11. $n_{wt}/n_{pierw.} = 100$

Ad 12. $v_{SiO_2} < v_{SiN_2}$

Ad 13.



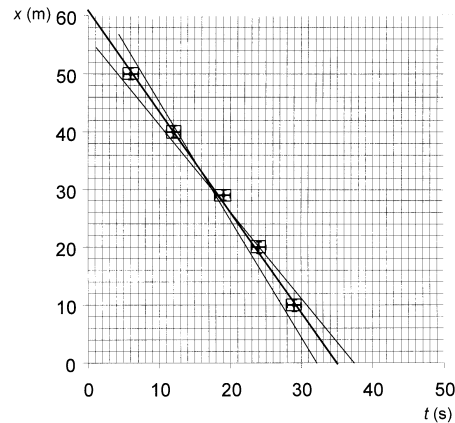
Faza początkowa $\varphi = -\pi/2$

Ad 14. $u \approx 21 \text{ m/s}$

Ad 15. $\lambda_2 = 0,67 \text{ }\mu\text{m}$, jest to światło o barwie czerwonej.

Ad 16.

a)



b) Średnia szybkość około $1,7 \text{ m/s}$

c) v_{max} na podstawie wykresu $\sim 2,0 \text{ m/s}$

v_{min} na podstawie wykresu $\sim 1,5 \text{ m/s}$

d) $\Delta v = \sim 0,25 \text{ m/s}$

Ad 17. Wyłącznik W_2 otwarty, W_1 zamknięty.

a) Prąd płynie powodując ładowanie się kondensatora, aż do uzyskania pomiędzy okładkami takiego samego napięcia jak na zaciskach źródła napięcia.

b) $U = SEM = 1,5 \text{ V}$

c) Ponieważ $Q = CU$, ale $Q = I_{\text{sr}} \cdot t$, więc czas przepływu prądu będzie większy, im większa będzie pojemność kondensatora (trzeba większego ładunku). Czas ten będzie również zależał od natężenia prądu i w efekcie od oporu opornika R_1 – im większy opór R_1 tym mniejsze natężenie prądu i tym dłuższy czas potrzebny do naładowania kondensatora.

d) Wartość ładunku $Q = CU = C\varepsilon = 100 \text{ pF} \cdot 1,5 \text{ V} = 150 \text{ pC} = 150 \cdot 10^{-12} \text{ C} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ C}$

Wyłącznik W_2 zamknięty, W_1 otwarty.

e) Natężenie prądu $I = \varepsilon / (R_2 + R_w) = 0,75 \text{ A}$

f) $U = \varepsilon - IR_w = 1,125 \text{ V}$

- g) Wartość napięcia nie będzie zależała od wartości oporu opornika, gdyż przez opornik R_1 nie płynie prąd i spadek potencjału wzdłuż tego opornika jest równy zero.

Ad 18.

$$\text{a) } \frac{n_2}{n_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{450}{300} = \frac{3}{2}$$

$$N_2/N_1 = 1,5$$

Więcej cząstek jest w pojemniku 2.

$$\text{b) } T_1 = T_2$$

$$p_1 = p_2$$

Objętości zajmowane przez oba gazy będą różne ($V_2 > V_1$).

$$\text{c) } \frac{V_2'}{V_1'} = \frac{n_2}{n_1} = 1,5$$

$$V_2' = \frac{2V \cdot 3}{5} = \frac{6}{5}V = 1,2 \text{ m}^3$$

Powierzchnia ścianki przesunie się w lewo o 0,2 m.

$$\text{c) alternatywne } \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{2}{3}$$

$$\text{d) } T_k = 360 \text{ K}$$

Ad 19.

$$\text{a) } \alpha = 60^\circ$$

$$r = 0,693 \text{ m}$$

$$\text{b) } F_{\text{dos}} \approx 6,8 \text{ N}$$

$$\text{c) } W = 9,4 \text{ J}$$

- d) Nie ma niebezpieczeństwa, by kamień trafił w bawiące się w odległości 7 m dzieci.

Ad 20.

$$\text{a) } R = 0,0008 \cong 0,1\%$$

- b) Następuje prawie całkowite odbicie fali na granicy, więc energia fali wnikającej jest niewielka.

- c) Aby fala ultradźwiękowa prawie w całości wniknęła do skóry, opór akustyczny właściwy żelu musi być zbliżony do oporu właściwego skóry.

- d) Najmniejsze szczegóły możliwe do zaobserwowania przy badaniu:

$$\text{oka } \lambda = \frac{v}{f} = 0,077 \text{ mm}$$

$$\text{jamy brzusznej } \lambda = 0,77 \text{ mm}$$

Rozdzielczość jest tym większa, im częstotliwość fali jest większa. Jednak wraz ze wzrostem częstotliwości rośnie tłumienie fal i zmniejsza się tym

samym zasięgu penetracji danego ośrodka. Chcąc otrzymać obraz o większej penetracji dla jamy brzusznej, należy zmniejszyć częstotliwość fali ultradźwiękowej.

- e) Rozmiar lewej półkuli mózgowej jest równy wartości połowy drogi fali ultradźwiękowej, jaką przebywa ona w tej części mózgu.

Czas przejścia fali przez lewą półkulę jest równy:

$$t = 0,127 - 0,011 = 0,116 \text{ ms} = 0,116 \cdot 10^{-3} \text{ s}, \text{ a prędkość fali ultradźwiękowej w mózgu wynosi } 1540 \text{ m/s, więc}$$

$$s_L = v t / 2 = 98,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 8,93 \text{ cm}$$

Czas przejścia fali przez prawą półkulę jest równy:

$$t = 0,114 \text{ ms, więc jej rozmiar } s_p = 8,77 \text{ cm}$$

Z porównania wyników widać, że lewa półkula jest o ok. 1,6 mm większa.

Inne rozwiązanie:

Czas przejścia fali przez lewą półkulę jest równy:

$$t_L = 0,127 - 0,011 = 0,116 \text{ ms} = 0,116 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

czas przejścia fali przez prawą półkulę jest równy:

$$t_p = 0,114 \text{ ms}$$

Połowa z różnicy czasów przejścia $(t_L - t_p)/2 = 0,001 \cdot 10^{-3} \text{ s}$, pomnożona przez prędkość rozchodzenia się fali w mózgu, daje różnicę w rozmiarze półkul.

$$\text{Różnica dróg: } \Delta s = 0,001 \cdot 10^{-3} \text{ s} \cdot 1540 \text{ m/s} = 1,54 \text{ mm}$$

Z porównania wyników widać, że lewa półkula jest o ok. 1,6 mm większa.



Ostrzeżenie!



Ostrzegamy, szczególnie uczniów, przed zbiorem tematów i zagadnień maturalnych *Matura 2001; fizyka* Janusza Kopeckiego, wydanym przez Wydawnictwo Szkolne OMEGA, Kraków 2000. W zbiorze, oprócz ciekawych zadań, znajdują się zadania niepoprawne. Redakcja dziękuje panu Ryszardowi Zapale, nauczycielowi z V LO w Krakowie, za zwrócenie na ten fakt uwagi. Informujemy również, iż niektóre z zadań próbnej matury z fizyki 2001 Krakowskiej OKE są również niepoprawne.

ZG-M