

Międzynarodowa Matura - International Baccalaureate - IB

Poziom Standardowy Fizyka 3

1 godzina

Instrukcja dla maturzystów

Wpisz swój numer w kratkach u góry

Nie otwieraj książeczki z zadaniami zanim nie będzie wydane polecenie

Odpowiedz – w miejscu na to przeznaczonym - na wszystkie pytania z dwóch wybranych tematów

Na koniec egzaminu zaznacz na okładce które tematy wybrałeś.

OD REDAKCJI

Podczas egzaminu Fizyka 2 i Fizyka 3 egzaminowani mają do dyspozycji 13 stronicową książeczkę zawierającą wszystkie potrzebne stałe fizyczne, definicje i wzory. Zestaw tych materiałów umieścimy w następnym numerze MF.

TEMAT A – Rozszerzenie mechaniki

A1. To pytanie dotyczy równowagi.

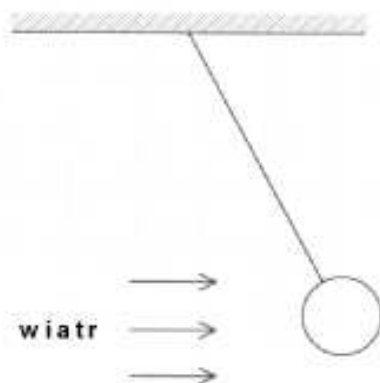
Wyjaśnij czy dana sytuacja ilustruje stan równowagi.

(a) Satelita ziemski na orbicie posiadający stałą szybkość

[2]

.....
.....

(b) Mały ciężarek zawieszony na nici w strumieniu powietrza takim, że nić tworzy stały kąt z pionem - jak pokazano na rysunku [2]

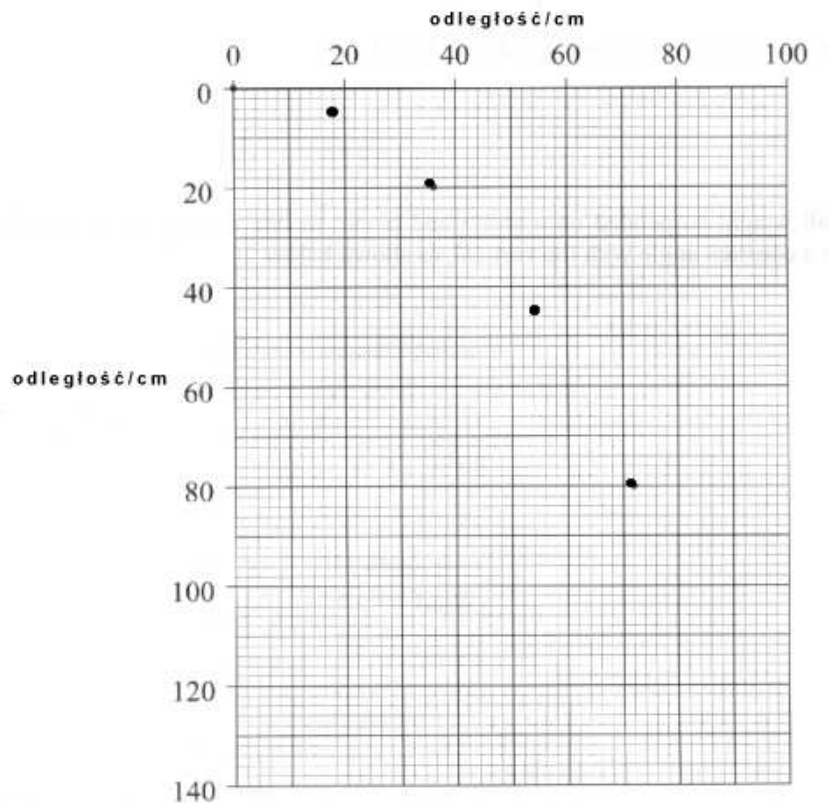


.....

.....

A2. Pytanie dotyczy rzutu poziomego.

Mała kulka stalowa została rzucona poziomo z krawędzi stołu. Zdjęcia stroboskopowe poruszającej się kulki zostały wykonane z częstotliwością 10 zdjęć na sekundę (co 0.1s jedno zdjęcie). Rysunek obrazuje wynik tego fotografowania przedstawiony na tle papieru milimetrowego.



(a) Wykorzystaj ten rysunek by określić

(i) stałą prędkość poziomą kulki

[2]

.....

.....

.....

(ii) przyspieszenie w swobodnym spadku

[2]

.....

.....

(b) Zaznacz na rysunku położenie kulki w chwili 0.50s po starcie [3]

Poniżej masz miejsce na dokonanie niezbędnych obliczeń pomocnych w dokładnym określeniu położenia kulki

.....
.....
.....
.....

(c) Druga kuleczka została zrzucona ze stołu z taką samą prędkością początkową. Jej masa jednak była tak mała, że nie można było zaniedbać wpływu oporu powietrza. Dorysuj przewidywany (prawdopodobny) kształt toru tej drugiej kulki. [3]

A3. To pytanie dotyczy szybkości ucieczki i trzeciego prawa Keplera.

Jowisz i Ziemia to planety które obiegają Słońce.

Oznaczmy masę Ziemi przez M_z a jej średnicę przez D_z . Szybkość ucieczki z Ziemi wynosi 11.2 km s^{-1}

Oto dane dotyczące Jowisza:

Masa: $1.90 \times 10^{27} \text{ kg}$ ($318 M_z$)

Średnica: $1.38 \times 10^5 \text{ km}$ ($10.8 D_z$)

(a) (i) Wyjaśnij co rozumiemy przez *szybkość ucieczki* [1]

.....
.....

(ii) Szybkość ucieczki v wyraża wzór

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Ile wynosi szybkość ucieczki z Jowisza? [2]

.....
.....
.....

.....
(b) (i) Wyraż słowami trzecie prawo Keplera

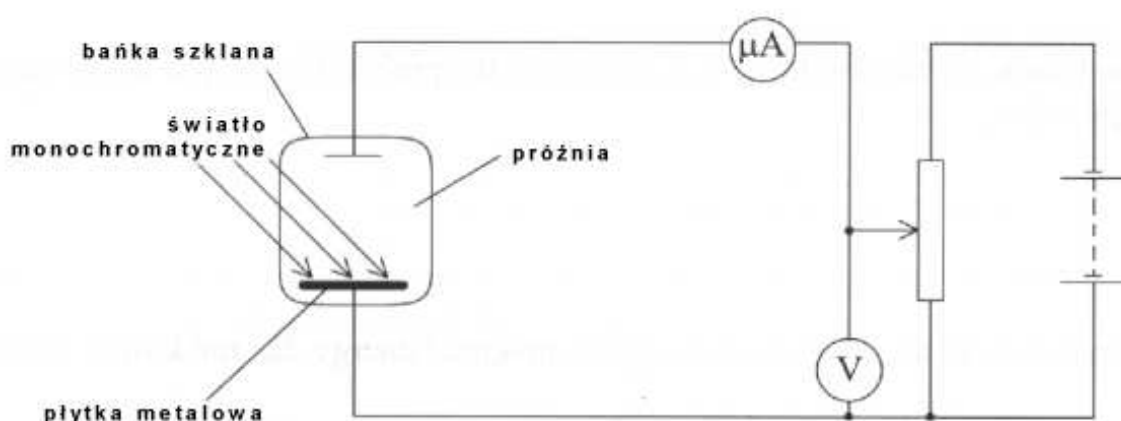
[1]

.....
.....
(ii) W roku 1610, odkryto księżyc Ganymede okrążający Jowisza. Określono, że promień orbity tego księżycyca wynosił $15.0 R$ (gdzie R to promień Jowisza) zaś jego okres obiegu wynosił 7.15 dni. Inny księżyc Jowisza, Lysithea, został odkryty w 1938 roku a jego orbita posiadała promień $164 R$ przy okresie obiegu wynoszącym 260 dni. Wykaż, że te dane potwierdzają słuszność trzeciego prawa Keplera. [2]

.....
.....
.....
TEMAT B - fizyka kwantowa i fizyka jądrowa

B1. To pytanie dotyczy zjawiska fotoelektrycznego.

W celu zademonstrowania zjawiska fotoelektrycznego zmontowano aparaturę wg schematu przedstawionego poniżej.



Płytkę metalową oświetlana jest światłem monochromatycznym. Przy pomocy potencjometru dobieramy przyłożone do urządzenia napięcie tak, by sprowadzić wskazania mikroamperomierza do zera.

(a) Wyjaśnij jakie zmiany (jeśli w ogóle) zauważysz w odczycie mikroamperomierza jeśli

(i) zwiększymy natężenie światła nie zmieniając jego częstotliwości [2]

.....
.....
.....

(ii) będziemy zwiększali częstotliwość światła zachowując stałe natężenie [2]

.....
.....
.....

(b) Dla światła o długości fali 540 nm, minimalny odczyt woltomierza dla zerowego prądu wynosił 1,9V.

(i) Określ związek jaki istnieje między energią fotonu i energią wyemitowanego elektronu. [1]

.....
.....

(ii) Ile wynosi praca wyjścia elektronu z powierzchni metalowej płytki? [3]

.....
.....

B2. To pytanie dotyczy modelu atomu.

Model atomu proponowany przez Schrödingera przedstawia elektrony jako ujemnie naładowaną chmurę otaczającą jądro. Rozkład ładunku i masy może być reprezentowany przez trójwymiarową falę stojącą.

(a) Jaka wielkość charakteryzująca tę falę odpowiada za prawdopodobieństwo spotkania elektronu w określonym miejscu? [2]

.....
.....

Elektron o masie m posiada całkowitą energię E , energię potencjalną E_p i energię kinetyczną E_k .

(c) Zapisz w postaci wzoru związek między:

(i) energiami E , E_p i E_k [1]

.....

(ii) pędem p elektronu i E_k [1]

.....

(iii) długością fali λ związaną z elektronem i jego całkowitą energią E [2]

.....

.....

B3. To pytanie dotyczy rozpadu promieniotwórczego

Cer – 145 jest izotopem promieniotwórczym o czasie połowicznego rozpadu wynoszącym 3 minuty. Emituje on cząstki beta minus (β^-) jak również anty-neutrino.

(a) Podaj jeden powód dla którego postulowano konieczność istnienia neutrino w celu wyjaśnienia rozpadu beta. [1]

.....

.....

(b) Do jakiej grupy cząstek elementarnych należy neutrino? [1]

.....

(c) Wykaż jakie jest prawdopodobieństwo, że określone jądro ceru – 145 ulegnie rozpadowi w ciągu jednej minuty. [2]

.....

.....

.....

(d) Określ czas niezbędny do tego by radioaktywność określonej próbki ceru – 145 zmalała do 1/10 jej aktywności początkowej. [2]

.....

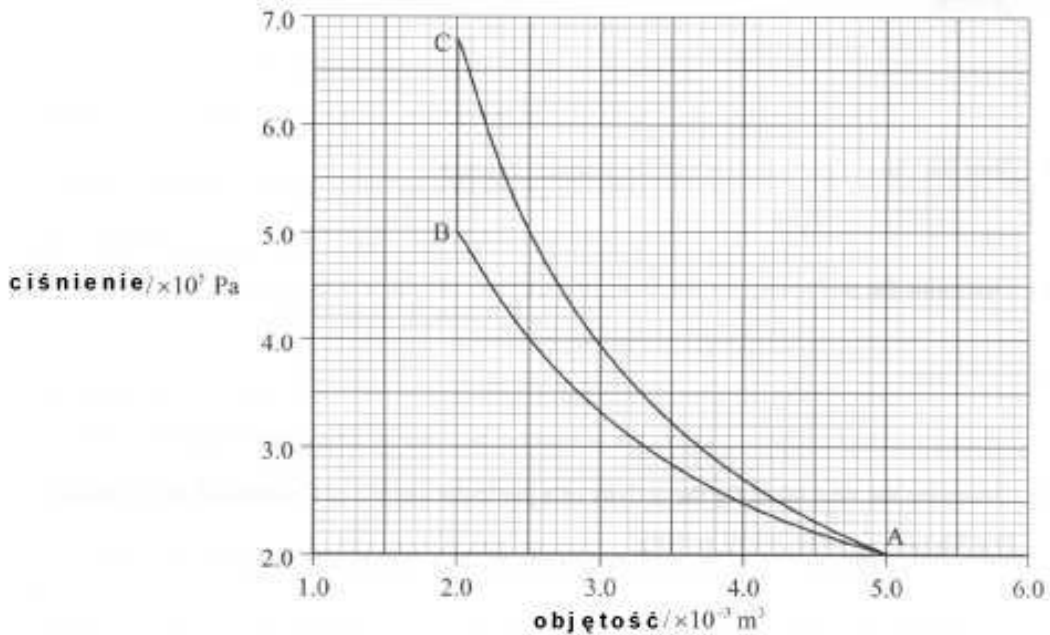
.....

.....

TEMAT C – rozszerzenie nauki o energii

C1. To pytanie dotyczy wykresów $p - V$

Poniżej przedstawiony wykres obrazuje zmianę ciśnienia spowodowaną zmianą objętości określonej masy gazu podczas adybatycznego sprężania a także w procesie sprężania izotermicznego.



(a) Wyjaśnij, która linia AB czy AC przedstawia sprężanie izotermiczne [2]

.....

.....

(b) Na wykresie wycieniuj obszar przedstawiający różnicę w pracy wykonanej podczas adybatycznego sprężania i pracy wykonanej przy sprężaniu izotermicznym [1]

(c) Policz różnicę w wartościach tych prac o których mowa w (b) [3]

.....

.....

.....

.....

(d) Zastosuj pierwsze prawo termodynamiki i wytłumacz zmianę temperatury w procesie adybatycznego sprężania. [3]

.....
.....
.....
.....

C2. Pytanie dotyczy źródeł energii

(a) Paliwa kopalne, mimo, że proces ich tworzenia na Ziemi jest ciągły, zaliczane są do klasy nieodnawialnych źródeł energii. Uzasadnij dlaczego. [2]

.....
.....
.....

(b) Niektórzy doradcy energetyczni sugerują, że rozwiązaniem problemu zanieczyszczenia atmosfery dwutlenkiem węgla jest przejście na energię jądrową jako źródło energii elektrycznej. Wskaż dwa powody dla których lepiej jest korzystać z paliw kopalnych niż z energii uzyskanej z rozpadu jąder atomowych dla uzyskania energii elektrycznej. [2]

1.

.....

2.

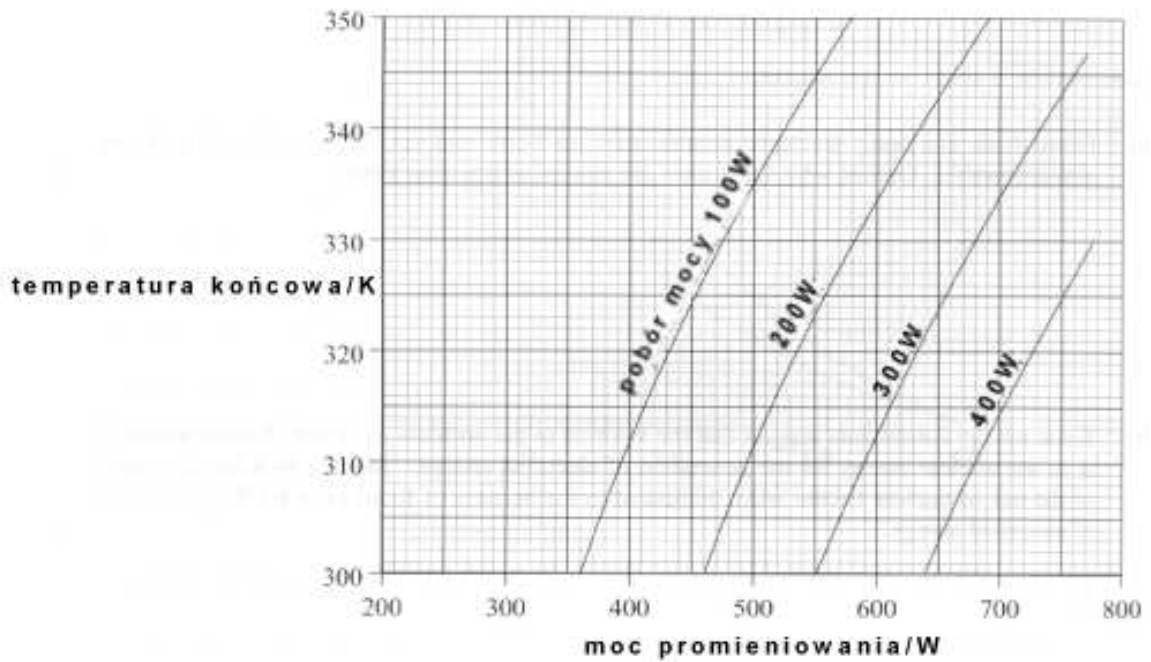
.....

C3. To pytanie dotyczy energii słonecznej

(a) Biorąc przemianę energii jako punkt wyjścia, wykaż różnicę między słonecznym kolektorem cieplnym a ogniwem słonecznym. [2]

.....
.....

Uczniowie przeprowadzili badania nad kolektorem słonecznym. Mierzyli temperaturę wody na wyjściu dla różnych mocy wejściowych promieniowania słonecznego oraz dla różnych szybkości poboru energii cieplnej . Wyniki pomiarów pokazano na wykresie:



(b) Korzystając z danych z wykresu odpowiedz na następujące pytania:

- (i) Kolektor słoneczny ma zapewniać wyjściową temperaturę wody wynoszącą 340 K przy poborze mocy 300 W w warunkach, gdy moc promieniowania prostopadłego na kolektor wynosi 800 W m^{-2} .

Ile powinna wynosić powierzchnia czynna kolektora?

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Jaka jest wydajność kolektora jeśli przy mocy na wejściu wynoszącej 500 W temperatura wody na wyjściu jest 320 K?

[3]

.....

.....

.....

.....

TEMAT D Fizyka bio-medyczna

D1. To pytanie dotyczy proporcji

Maciek posiada masę 70 kg i wzrost 175 cm. Wojtek jest tak samo zbudowany ale jego masa wynosi 85 kg.

(a) Oszacuj:

(i) wzrost Wojtka

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) stosunek $\frac{\text{polepowierzchniWojtka}}{\text{polepowierzchniMaćka}}$

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Organizmy Maćka i Wojtka posiadają taką samą zdolność wytwarzania energii cieplnej na jednostkę masy ciała. Wyjaśnij ilościowo jakie konsekwencje wynikają z faktu posiadania różnych mas dla utraty ciepła z jednostki powierzchni ciała, jeśli obaj zachowują jednakową temperaturę [4]

.....

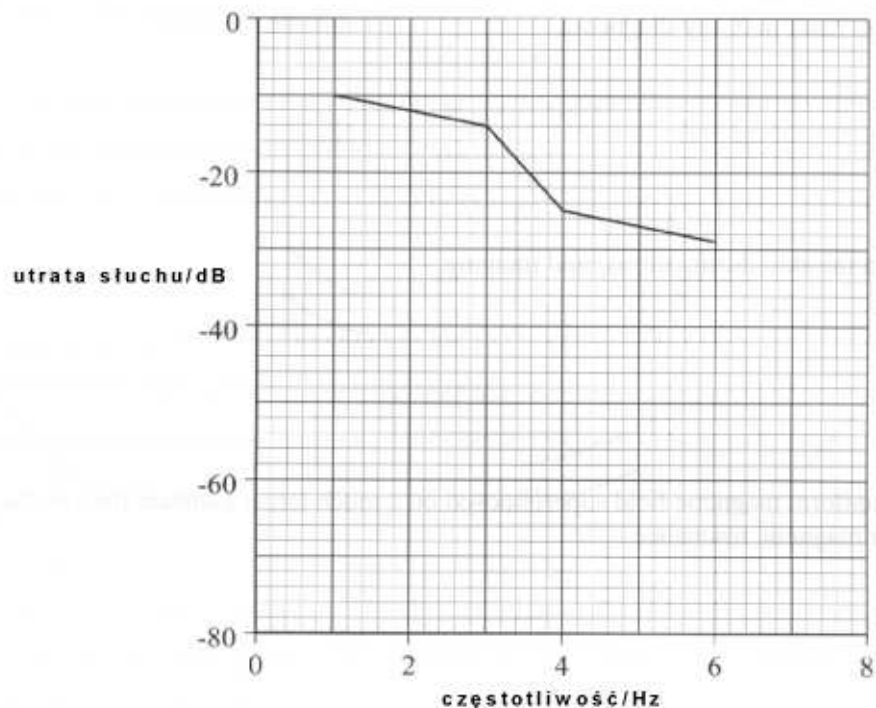
.....

.....

.....

D2. Pytanie dotyczy wad słuchu

Wykres przedstawia audiogram pacjenta który nie był narażony na wysoki poziom hałasu.



(a) Zasugeruj na jaką wadę słuchu cierpi ten pacjent

[1]

.....

Człowiek normalnie słyszający potrafi usłyszeć dźwięk o natężeniu $1.0 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ przy częstotliwości 3.0 kHz.

(b) Skorzystaj z danych z wykresu by określić najmniejsze **natężenie** dźwięku przy 3.0 kHz jakie może usłyszeć pacjent ze swoją wadą słuchu.

[2]

.....

(c) Na podanym powyżej wykresie narysuj drugi wykres ilustrujący utratę słuchu u pacjenta, który był przez lata narażony na wysoki poziom hałasu w miejscu pracy.

[2]

D3. Pytanie dotyczy diagnostyki medycznej

Wyjaśnij sposób i cel stosowania:

(a) papki barowej (do zjedzenia) przed prześwietleniem rentgenowskim

[2]

.....

.....
.....
(b) galaretki (żelu) na skórę podczas badań ultrasonografem [2]

.....
.....
(c) niejednorodnego pola magnetycznego nałożonego na znacznie silniejsze pole stałe w diagnostyce z wykorzystaniem zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego [3]

TEMAT E - Historia i rozwój fizyki

E1 Uczeń sfotografował nocne niebo umieszczając na statywie aparat z otwartą przesłoną na 90 minut. Rysunek poniżej przedstawia otrzymane zdjęcie. Pokazano na nim tylko kilka jaśniejszych linii.



(a) Zidentyfikuj jasny punkt oznaczony literą D [1]

.....

(b) Opisz jakościowo jak można wywnioskować z tej fotografii, że Ziemia się obraca [2]

.....

.....

(c) Na podstawie wyników niezbędnych pomiarów dokonanych na rysunku określ ile wynosi okres obrotu Ziemi [3]

.....

.....

.....

E2 Pytanie dotyczy teorii ciepłika

Wyjaśnienie natury ciepła akceptowane przez naukę do późnych lat dziewiętnastego wieku oparte było na tzw. „teorii ciepłika”.

(a) Wyjaśnij jak następujące zjawiska tłumaczone były w oparciu o teorię ciepłika:

(i) ochładzanie ciała [1]

.....

(ii) przewodnictwo cieplne [2]

.....

.....

(iii) różne wartości ciepła właściwego [1]

.....

(b) Zasugeruj jak obserwacje dokonane w 1798 roku przez hrabiego Rumforda mogły doprowadzić do powstania wątpliwości co do słuszności teorii ciepłika. [3]

.....

.....

.....

.....

E3. Pytania dotyczące wczesnego modelu atomu

(a) Pokaż jak model atomu Rutheforda pozwala na wyjaśnienie tego, że atomy gazu doskonałego zachowują się jak twarde kulki. [3]

.....

.....

.....

.....

Istnienie w jądrze atomowym cząsteczki neutralnej o masie prawie takiej jak masa protonu zostało zasugerowane w roku 1920. Jednakże dopiero w 1932 neutron został odkryty.

(b) (i) Wyjaśnij dlaczego trudno było odkryć obecność neutronu w jądrze [1]

.....

(ii) Wykaż jak badanie promieniowania towarzyszącego bombardowaniu boronu lub berylu cząstkami alfa doprowadziło do odkrycia neutronu [3]

.....

.....

.....

TEMAT F – astrofizyka

F1. Pytanie dotyczy różnych ciał niebieskich

(a) Opisz pokrótce naturę gwiazdy. [2]

.....

.....

(b) Rozróżnij gwiazdozbiór od galaktyki [4]

gwiazdozbiór

.....

galaktyka

.....

F2. Pytanie dotyczy średniej gęstości materii we Wszechświecie

(a) Wyjaśnij znaczenie *gęstości krytycznej* materii we Wszechświecie i powiąż to pojęcie z możliwym losem Wszechświata. [3]

.....

.....

.....

.....

Gęstość krytyczna ρ_0 materii we Wszechświecie podana jest wzorem

$$\rho_0 = \frac{3H_0^2}{8\pi G}$$

Gdzie H_0 jest stałą Hubble'a a G jest stałą grawitacji

Przybliżona wartość H_0 wynosi $2.7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$.

(b) (i) Policz wartość ρ_0 [1]

.....

.....

.....

(ii) Mając tę wartość określ ilość nukleonów w jednostce objętości dla tej krytycznej gęstości. [1]

.....

.....

F3. Pytanie to dotyczy Cefeid

Charakterystyczne zmiany jasności Cefeid zostały pierwszy raz zaobserwowane w 1784 roku.

(a) (i) Opisz właściwość dzięki której Cefeida może być zidentyfikowana przez obserwatora ziemskiego [2]

.....
.....
.....

(ii) Jaka jest przyczyna tej właściwości? [2]

.....
.....
.....

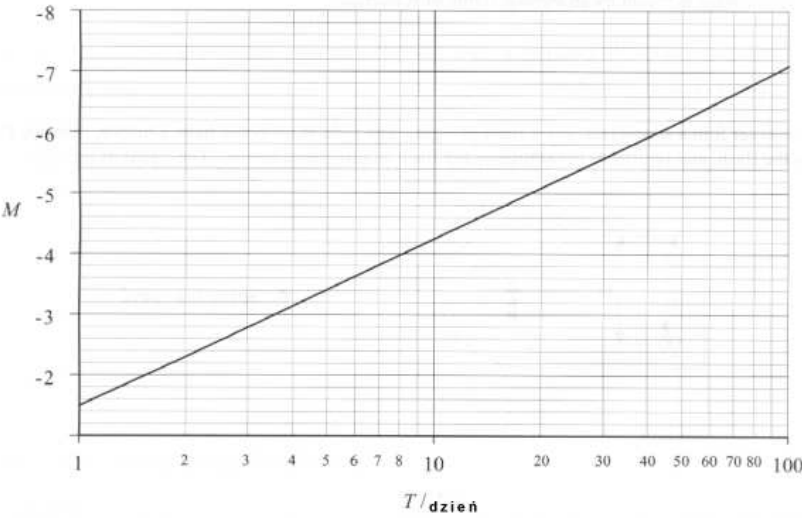
Dla jednej z Cefeid określono średnią wartość wielkości pozornej jako 5.2 oraz zmierzono okres pulsacji, który wynosił 50 dni. Wielkość pozorna m jest związana z wielkością absolutną M i odległością d (mierzoną w parsekach) przez równanie

$$m - M = 5 \log d - 5$$

(b) (i) Czym się różni *wielkość absolutna* od *wielkości pozornej*? [2]

.....
.....
.....

Wykres poniżej pokazuje jak wielkość absolutna pewnej Cefeidy zmienia się w zależności od okresu pulsacji



(ii) Przy pomocy wykresu uzyskaj wielkość absolutną tej Cefeidy a stąd określ jej odległość od Ziemi. [3]

.....
.....
.....
.....

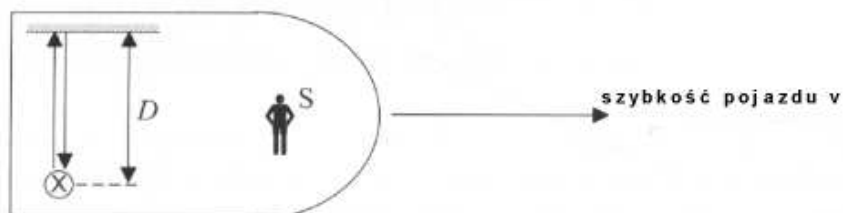
TEMAT G – Teoria względności

G1. Zadanie dotyczy wydłużenia czasu

- (a) Wyjaśnij co znaczy *inercjalny* układ odniesienia [1]

.....
.....

Obserwator S w pojeździe kosmicznym widzi rozbłysk światła. Światło odbija się od zwierciadła oddalonego o D od źródła i wraca do źródła jak pokazuje rysunek. Szybkość światła wynosi c .



- (b) Napisz wzór, z użyciem D i c , na czas T_0 mierzony przez obserwatora S względem pojazdu kosmicznego, potrzebny by światło wróciło do źródła. [1]

.....

Pojazd porusza się z prędkością v względem obserwatora zaznaczonego przez E na rysunku. Szybkość światła wynosi c .

(c) (i) Narysuj linię biegu promienia świetlnego jaką mógłby zobaczyć obserwator E. Zaznacz położenie F jako miejsce startu i położenie R jako miejsce gdzie światło wróci do źródła. [1]

(ii) Czas przebiegu światła od F do R mierzony przez obserwatora E wynosi T. Napisz, używając v i T wzór na odległość FR. [1]

.....

(iii) Na podstawie odpowiedzi na pytanie (ii) określ przez v, T i D długość L drogi jaką przebyło światło widziane przez obserwatora E. [2]

.....

.....

.....

.....

(iv) Mając uzyskane poprzednio dane wyprowadź wzór na T w zależności od T_0 , v i c. [4]

.....

.....

.....

.....

G2. Pytanie dotyczy czasu połowicznego rozpadu mionów

Czas połowicznego rozpadu mionów mierzony w układzie odniesienia związanym z mionem wynosi 3.1×10^{-6} s .

Wysłano wiązkę mionów o szybkości 2.8×10^8 m/s względem nieruchomego obserwatora.

Określ jak długą drogę przebytą przez wiązkę mionów zmierzył obserwator jeśli w tym czasie połowa mionów uległa rozpadowi. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

G3 Pytanie dotyczy masy-energii

- (a) Zdefiniuj pojęcie *masy spoczynkowej* [2]

.....
.....

- (b) Elektron o masie spoczynkowej m_0 przyspieszany jest w obszarze różnicy potencjałów V . Wyjaśnij dlaczego dla dużych V wzór

$$\frac{1}{2} mv^2 = eV$$

nie może być stosowany dla określenia szybkości v przyspieszanego elektronu [3]

.....
.....
.....
.....

- (c) Elektron jest przyspieszany w obszarze gdzie różnica potencjałów wynosi 5.0×10^6V . Określ w jednostkach masy przyrost energii kinetycznej elektronu. [2]

.....
.....
.....
.....

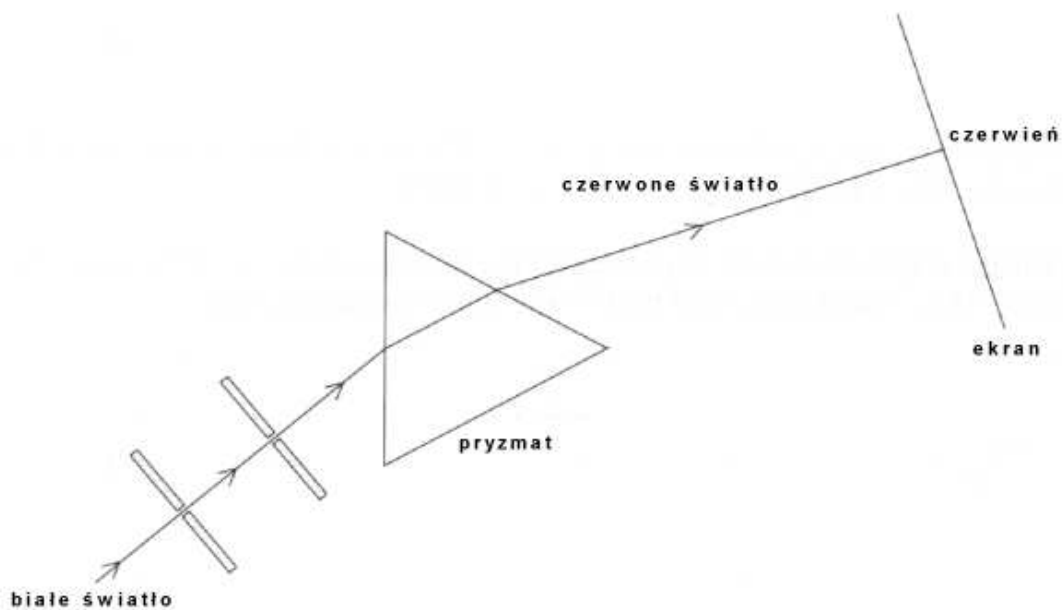
TEMAT H – Optyka

H1. Pytanie dotyczy widma

- (a) Co to znaczy widmo światła białego? [2]

.....
.....
.....

Aparatura, której schemat przedstawia rysunek, wykorzystana była przez uczniów do zademonstrowania widma światła białego.

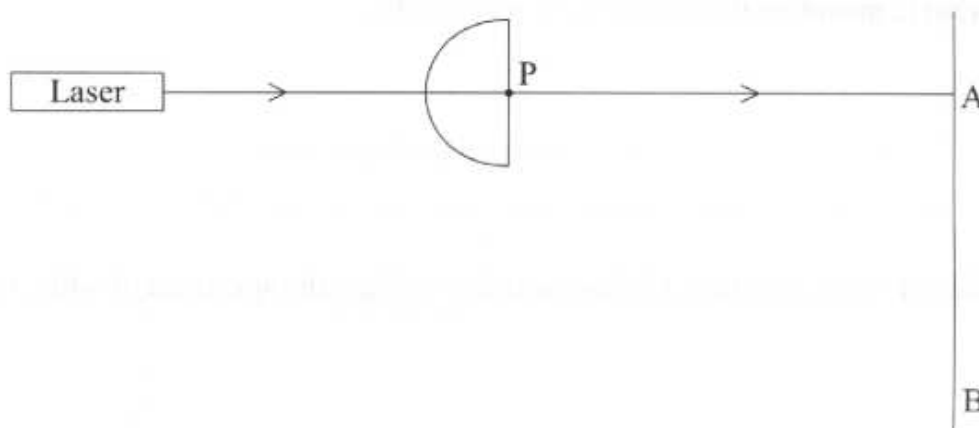


(b) Uzupełnij rysunek promieniem światła niebieskiego biegnącego przez pryzmat na ekran [3]

.....

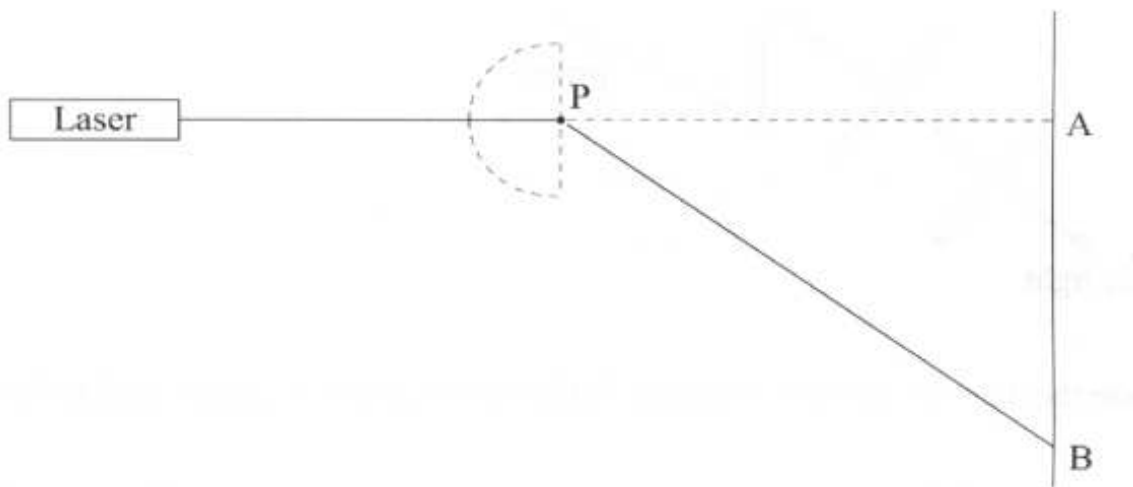
H2. Pytanie dotyczy współczynnika załamania światła

Światło z lasera skierowano na pół – cylindryczny blok szklany. Na rysunku pokazano, że światło przechodzi przez blok na ekran (punkt A) bez odchylenia.



Pół-cylindryczny blok obracamy wokół osi P. Plamka świetlna na ekranie przesuwa się w dół. Po osiągnięciu punktu B plamka znika.

- (a) Uzupełnij rysunek pokazany niżej przedstawiając położenie bloku w sytuacji gdy strumień światła trafia w punkt B. Początkowe położenie bloku pokazano linią przerywaną. [1]



WD nie może tu powstrzymać się od komentarza. Na blisko 200 prac sprawdzonych nie więcej niż 5 kandydatów potrafiło poprawnie odpowiedzieć na to pytanie (za jeden punkt!!!). Uważam to za świetne zadanie – chyba najlepsze w całym komplecie i zdecydowanie za mało punktowane. „Łamali się” na tym pytaniu nawet tacy maturzyści, którzy osiągnęli w innych zadaniach maksymalną ilość punktów.

W konkretnym doświadczeniu odległość PA wynosiła 120 cm a odległość AB = 138 cm.

- (b) Policz współczynnik załamania światła dla szkła, z którego wycięto pół-cylindryczny blok [3]

.....

.....

.....

.....

Laser zastąpiono innym dającym światło o wyższej częstotliwości i powtórzono doświadczenie.

- (b) Czy odległość AB będzie teraz większa czy mniejsza niż 138 cm? Odpowiedź uzasadnij [3]

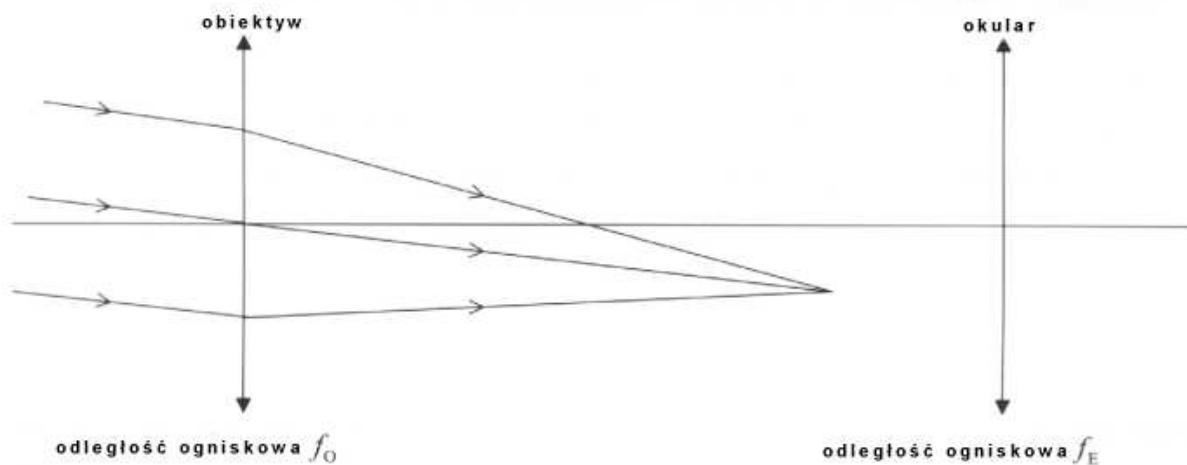
.....

.....

.....

H3 Pytanie dotyczy teleskopu

Rysunek przedstawia dwie soczewki w układzie takim jak w astronomicznej lunecie. Obie soczewki pokazano jako linie proste.



Odległości ogniskowe obiektywu i okularu wynoszą odpowiednio f_o i f_e . Światło z bardzo daleka jest - jak pokazano - zogniskowane przez obiektyw. Końcowy obraz ma powstać w nieskończoności.

- (a) Uzupełnij bieg promieni by pokazać jak powstanie obraz końcowy [2]
- (b) (i) Co to jest powiększenie kątowe? [1]

.....

.....

- (ii) Korzystając z uzupełnionego rysunku i zakładając, że obraz końcowy powstaje w nieskończoności wyprowadź wzór na powiększenie kątowe lunety astronomicznej w zależności od f_o i f_e . [4]

.....

.....

.....

.....

- (c) Przy opisie lunety astronomicznej podaje się zwykle jako ważną jej cechę średnicę obiektywu. Dlaczego? [1]

.....

.....