Materiał ćwiczeniowy zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

Materiał ćwiczeniowy chroniony jest prawem autorskim. Materiału nie należy powielać ani udostępniać w żadnej formie poza wykorzystaniem jako ćwiczeniowego/diagnostycznego w szkole.

WPISUJE ZDAJĄCY

KOD	PESEL

OKRĘGOWA KOMISJA EGZAMINACYJNA W POZNANIU

MATERIAŁ ĆWICZENIOWY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM ROZSZERZONY

STYCZEŃ 2011

Czas pracy: 150 minut

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz zawiera 16 stron (zadania 1 – 7). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
2. Odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Podczas rozwiązywania zadań możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora.

Liczba punktów do uzyskania: 60

ZADANIA OTWARTE

Rozwiązania zadań od 1. do 7. należy zapisać w wyznaczonych miejscach pod treścią zadania.

Zadanie 1. Złoty skarb (*10pkt*)

Poszukiwacze skarbów znaleźli złotą figurkę w starym wraku statku pirackiego, leżącego na dnie oceanu. Chcąc oszacować wielkość zysku, jaki im przyniesie sprzedaż takiej ilości złota, postanowili tę figurkę zważyć jeszcze przed wyłowieniem jej nad powierzchnię oceanu. Za pomocą ręcznej wagi sprężynowej dokonali pomiaru w wodzie. Tę samą czynność powtórzyli po wyłowieniu figurki i ze zdziwieniem stwierdzili, że wskazanie ciężaru złotej zdobyczy nad powierzchnią wody, wynoszące 150 N, różniło się od wyniku pomiaru pod wodą.
Do wszystkich obliczeń przyjmij następujące wartości liczbowe:

wartość przyspieszenia ziemskiego $g = 10\ m/s^2$,
gęstość wody morskiej $\rho_w = 1{,}03 \cdot 10^3\ kg/m^3$,
gęstość złota $\rho_{Au} = 19{,}3 \cdot 10^3\ kg/m^3$.

Zadanie 1.1. (*1 pkt*)

Oblicz masę figurki.

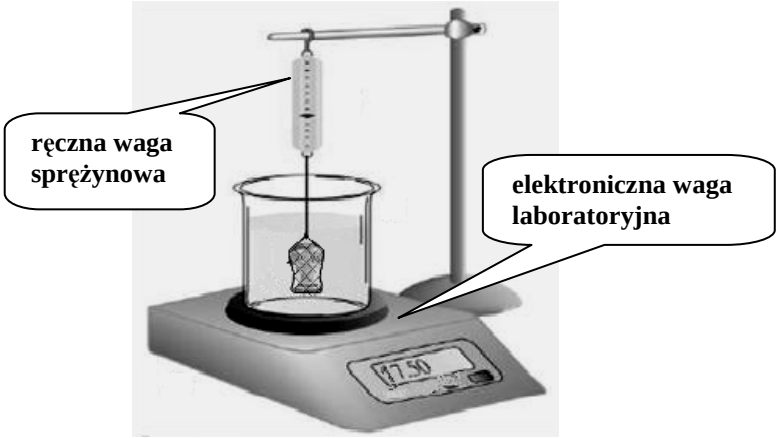
Zadanie 1.2. (*3 pkt*)

Oblicz wskazanie wagi ręcznej przed wyłowieniem figurki z wody.

Zadanie 1.3. (*4 pkt*)

Zadziwieni łowcy skarbów podzielili się swoimi spostrzeżeniami z przyjacielem. Ten postanowił powtórzyć pomiar ciężaru zanurzonej figurki za pomocą elektronicznej wagi laboratoryjnej, która przy nacisku na szalkę siłą 10 N wskazuje masę 1 kg. Na szalce tej wagi umieścił naczynie z wodą morską, a następnie „wyzerował” wskazanie wagi. Po całkowitym zanurzeniu figurki, zawieszonej na nieważkiej lince, ze zdziwieniem stwierdził, że wskazanie tej wagi jest dużo mniejsze od masy figurki wyznaczonej w powietrzu na podstawie wskazań wagi sprężynowej.

W oparciu o znane Tobie prawa fizyki wyjaśnij zaistniałe zjawisko i oblicz wskazanie wagi laboratoryjnej.

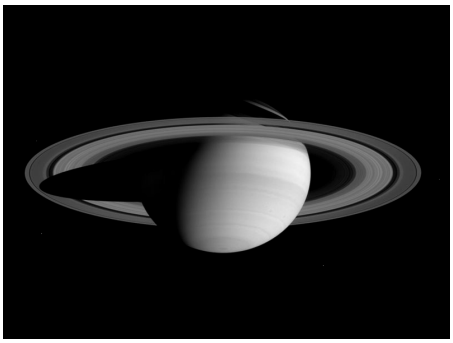


Zadanie 1.4. (*2 pkt*)

Wyjaśnij, jakie byłoby wskazanie wagi elektronicznej, gdyby figurka leżała na dnie naczynia. Podaj wartość tego wskazania.

Zadanie 2. Saturn (*10 pkt*)

Saturn jest szóstą w kolejności, licząc od Słońca, planetą Układu Słonecznego. Jego masa jest około 95 razy większa niż masa Ziemi. Charakterystyczną cechą tej planety są okalające ją pierścienie, składające się głównie z różnej wielkości brył lodu, drobnych skal i pyłu. Pierścienie po raz pierwszy zaobserwował przez teleskop Galileo Galilei w 1610 roku. Znajdują się one w odległościach od 6690 km do 483000 km od środka planety w jej płaszczyźnie równikowej.



Informacje o wybranych pierścieniach Saturna

Pierścień	Odległość od środka planety [km]
powierzchnia Saturna na równiku	60 200
D	66 900 – 74 500
C	74 700 – 92 000
B	92 000 – 117 600
A	122 200 – 136 800
G	170 000 – 175 000
E	180 000 – 483 000

Jedną z wielkości opisujących pole grawitacyjne jest jego potencjał. Potencjał na równiku Saturna przy jego powierzchni wynosi $V_S = -6{,}28 \cdot 10^8$ J/kg. W tabeli poniżej zestawiono bezwzględne wartości potencjału V pola grawitacyjnego Saturna dla różnych punktów odległych od środka planety.

R[10^6m]	70	120	180	240	300	360	420	480
V[10^8J/kg]	5,4	3,2	2,1	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8

Zadanie 2.1. (*3 pkt*)

Korzystając z informacji zawartych w tabeli, narysuj wykres zależności potencjału pola grawitacyjnego Saturna od odległości od środka planety.

Zadanie 2.2. (*3 pkt*)

Posługując się informacjami podanymi na wykresie lub w tabeli wykaż, że różnica wartości prędkości bryły lodu krążącej w pierścieniu E po orbicie wewnętrznej o promieniu $R_{1E} = 18 \cdot 10^7$ m i bryły lodu krążącej po orbicie zewnętrznej tego pierścienia o promieniu $R_{2E} = 48\ 10^7$ m wynosi około $\Delta v = 0{,}56 \cdot 10^4$ m/s.

Zadanie 2.3. (*4 pkt*)

Oblicz wartość energii, jaką należałoby dostarczyć bryle lodu o masie m = 0,5 t krążącej po orbicie o promieniu R_{1E} = 180000 km w pierścieniu E, aby przemieścić ją na orbitę o promieniu R_{3E} = 240000 km w tym samym pierścieniu. Wykorzystaj informacje zawarte w tabeli lub na wykresie.

Zadanie 3. Lasery (*4 punkty*)

W poniższym tekście wpisz we wskazane miejsce prawidłową odpowiedź, wybraną spośród podanych w nawiasie.

Podstawowym zjawiskiem, decydującym o naturalnej rozbieżności wiązki laserowej, jest dyfrakcja. Lasery rubinowy i helowo–neonowy emitują światło o barwie czerwonej. Średnica wiązki wyjściowej lasera rubinowego jest rzędu 1 cm, a helowo–neonowego – rzędu 1 mm.

(3.1.) W związku z tym naturalna rozbieżność wiązki helowo–neonowej jest …….…… (***mniejsza / porównywalna / większa***) niż wiązki rubinowej.

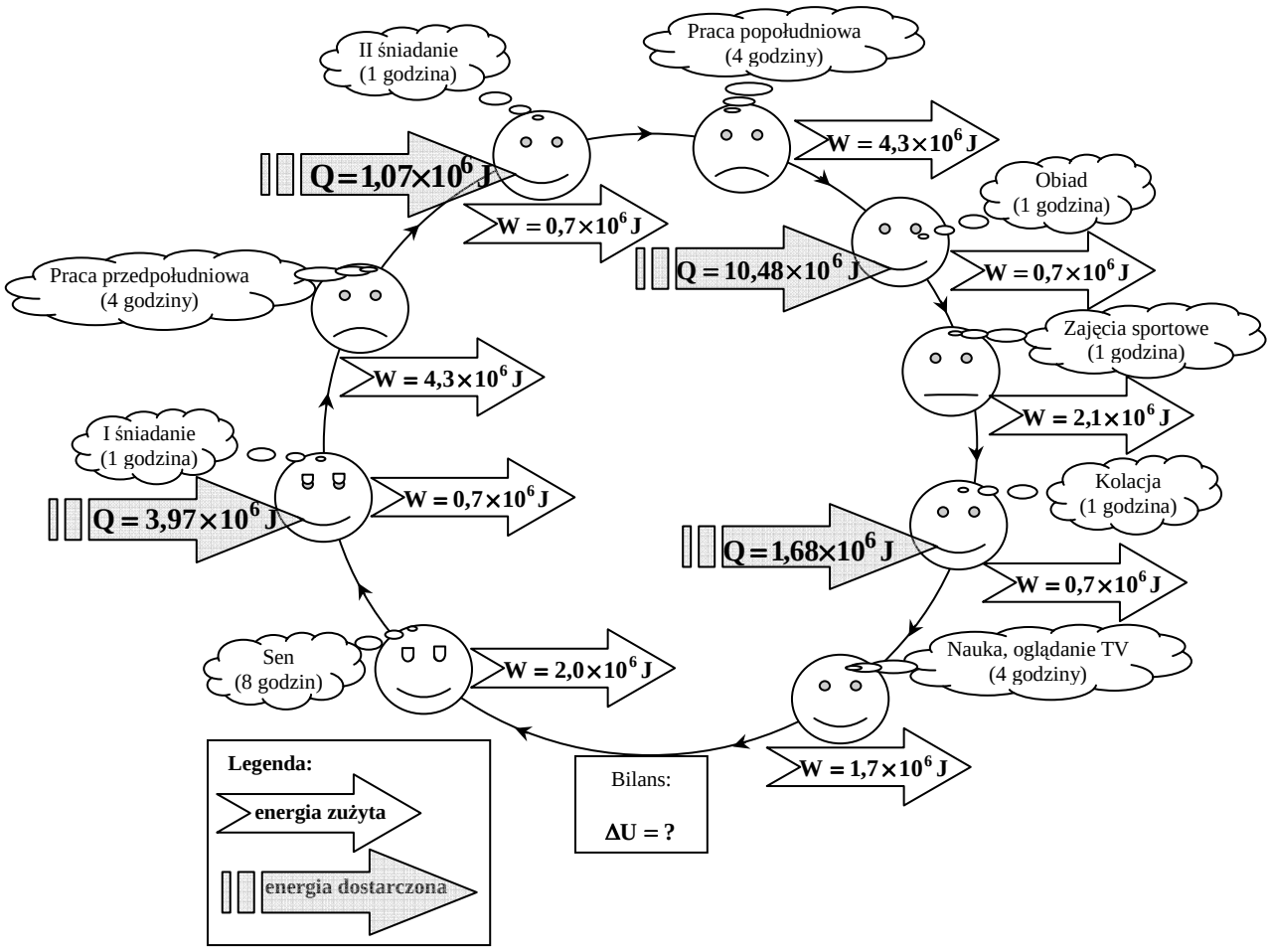
(3.2.) Laser argonowy emituje wiązkę o barwie zielonej o średnicy zbliżonej do średnicy wiązki lasera helowo–neonowego. Rozbieżność wiązki lasera argonowego jest ……. (***większa / porównywalna / mniejsza***) niż lasera helowo–neonowego.

(3.3.) Częstotliwość światła emitowanego przez laser helowo–neonowy jest …… (***większa / porównywalna / mniejsza***) od częstotliwości lasera argonowego.

(3.4.) Długość fali elektromagnetycznej, której źródłem jest laser półprzewodnikowy galowy domieszkowany arsenem i fosforem (GaAs - GaP), wynosi λ = 710 nm. Wartość przerwy energetycznej, pozwalającej na emisję takiego promieniowania, jest zależna od długości fali zgodnie ze wzorem ΔE = ……..…. i wynosi ……..……..…… (***1,75 eV / 1,75 · 10^{-19} J / 2,80 eV / 2,80 · 10^{-18} J***)

Zadanie 4. Pączek (*11 pkt*)

Potraktujmy organizm człowieka jak układ termodynamiczny, którego temperatura pozostaje stała. Każdego dnia układ ten przechodzi cykl termodynamiczny, którego przykład został przedstawiony na rysunku. Ciepło Q jest dostarczane podczas metabolizmu, a pracę ciało wykonuje podczas oddychania, chodzenia i innych czynności.



Zadanie 4.1. (*1 pkt*)

Korzystając ze schematu cyklu termodynamicznego organizmu człowieka, wyznacz wartość zmiany energii wewnętrznej tego układu podczas jednego dnia.

Zadanie 4.2. (*1 pkt*)

Pączek zawiera 6,0 g białek, 52 g węglowodanów i 16 g tłuszczów. Średnia energia uzyskana podczas metabolizmu wynosi odpowiednio: 4,0 kcal/g dla białek i węglowodanów oraz 9,0 kcal/g dla tłuszczów. Wykaż, że wartość energetyczna pączka wynosi 376 kcal.

Zadanie 4.3. (*2 pkt*)

Podczas ćwiczeń wysiłkowych człowiek zużywa średnio energię w tempie $\eta = 410$ kcal/h. Wykaż, że w celu wykorzystania energii, pochodzącej ze zjedzenia jednego pączka, młodzieniec musiałby ćwiczyć około 55 minut.

Zadanie 4.4. (*4 pkt*)

W celu spalenia przyswojonej energii młodzieniec o masie 60 kg biegł pod górę po drodze o stałym nachyleniu z prędkością 10 km/h. Oblicz, jaką drogę przebiegnie, jeżeli nachylona jest ona pod kątem 15°. Przyjmij, że $1\,\text{kcal} = 4{,}2\,\text{kJ}$.

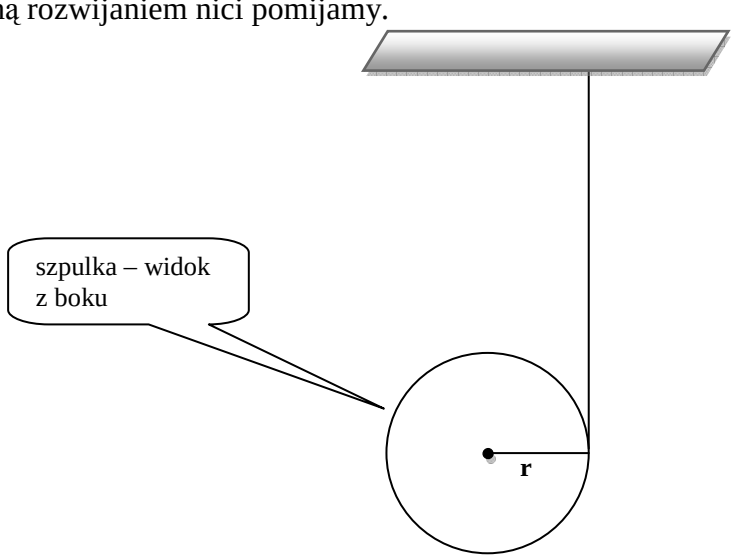
sin15°	cos15°	tg15°
0,26	**0,96**	**0,27**

Zadanie 4.5. (*2 pkt*)

Oblicz, jaką prędkość osiągnęłoby ciało o masie 60 kg, gdyby cała energia równa wartości energetycznej pączka mogła być zamieniona na energię kinetyczną tego ciała.

Zadanie 5. Szpulka (*12 pkt*)

Na szpulkę w kształcie walca jest ściśle nawinięta jest nierozciągliwa nić, której drugi koniec przyczepiony został do belki. Szpulkę z nawiniętą nicią przytrzymujemy pod belką. W pewnym momencie szpulkę puszczamy i zaczyna opadać. Jej ruch jest jednocześnie ruchem postępowym środka masy i obrotowym względem osi walca. Zmianę masy szpulki z nicią, spowodowaną rozwijaniem nici pomijamy.



Zadanie 5.1. (*1 pkt*)

Na rysunku przedstawiającym przekrój zawieszonej na nici szpulki narysuj wektory sił działających na opadającą szpulkę. Zachowaj odpowiednie proporcje długości wektorów.

Zadanie 5.2 (*3 pkt*)

Wykaż, analizując ruch środka masy szpulki i jej ruch obrotowy względem osi walca, że przyspieszenie środka masy szpulki jest równe $\frac{2}{3}$ wartości przyspieszenia ziemskiego. Moment bezwładności walca względem osi walca opisany jest zależnością $I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$. Zmianę masy szpulki z nicią, spowodowaną rozwijaniem nici pomijamy.

Zadanie 5.3. (*2pkt*)

Za pomocą stopera elektronicznego zmierzono czas opadania szpulki z dokładnością do 0,01 s. Natomiast wysokość, z której spadała, zmierzono za pomocą miary o dokładności 1 cm. Otrzymano następujące wyniki pomiarów: h = 150 cm i t = 0,71 s. Zapisz wraz z niepewnościami zmierzoną wysokość oraz czas spadania.

Wysokość	Czas

Zadanie 5.4. (*2 pkt*)

Wykaż, posługując się wynikami pomiarów, że wartość prędkości liniowej środka masy szpulki po czasie t = 0,71 s jest równa około v = 4,23 m/s. Zakładamy, że środek masy porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym.

Zadanie 5.5. (*4 pkt*)

Sprawdź, korzystając z danych doświadczalnych i przedstawiając odpowiednie obliczenia, czy w wykonanym doświadczeniu podczas ruchu szpulki spełniona została zasada zachowania energii mechanicznej.

Zadanie 6. Reaktor jądrowy (*7 pkt*)

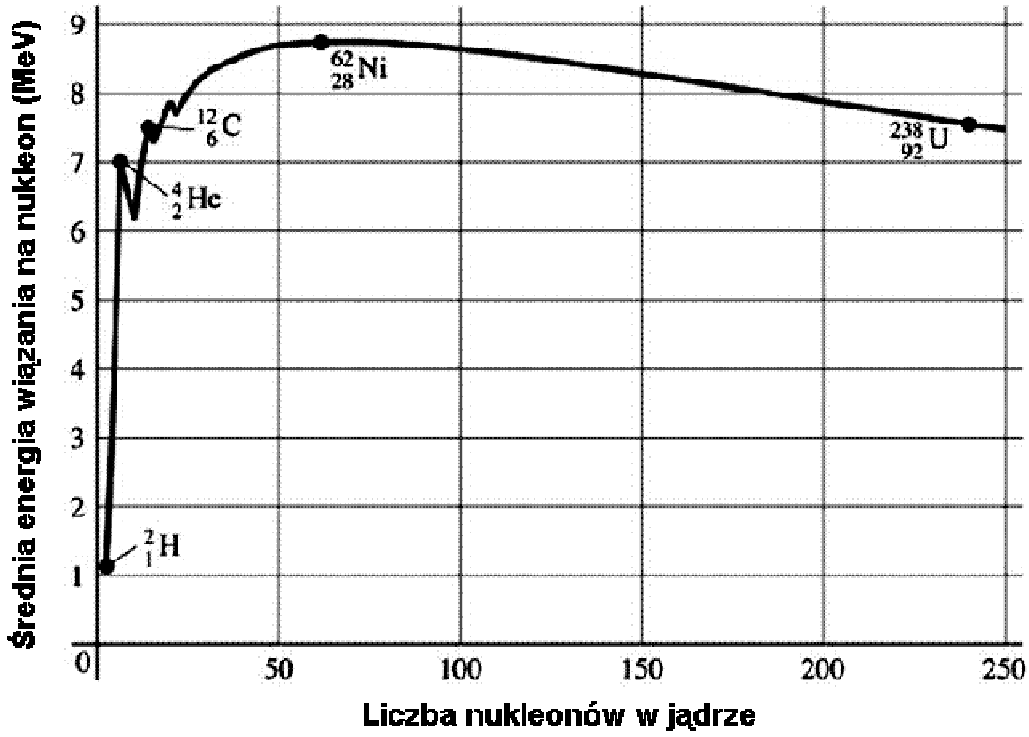
Źródłem energii w elektrowniach jądrowych są reakcje łańcuchowe, zachodzące w reaktorach.

Zadanie 6.1. (*2pkt*)

Jednym z przykładów reakcji łańcuchowej jest reakcja, w której z uranu $^{235}_{92}U$ powstaje ksenon $^{140}_{54}Xe$ i stront $^{94}_{38}Sr$. Napisz równanie tej reakcji.

Informacja do zadania 6.2.

Poniżej przedstawiono wykres, przedstawiający wartość energii wiązania, przypadającej na jeden nukleon w zależności od liczby masowej jadra. Jako jednostkę energii przyjęto eV. Jest to wartość energii uzyskanej przez elektron przyspieszony w polu o różnicy potencjałów 1V.



Zadanie 6.2. (*2 pkt*)

Ksenon i stront, powstające w reakcji opisanej w części **6.1**, ulegają kolejnym naturalnym rozpadom typu β^- dając stabilny cez ^{140}Ce i cyrkon ^{94}Zr. W uproszczeniu można proces ten (z pominięciem cząstek β^-) zapisać w postaci: $^{235}U \rightarrow {}^{140}Ce + {}^{94}Zr + n$

Na podstawie wykresu wykaż, że energie wiązania wynoszą odpowiednio:
dla ^{235}U – 1810 MeV
dla ^{140}Ce – 1190 MeV
dla ^{94}Zr – 810 MeV

Zadanie 6.3. (*3 pkt*)

Oszacuj wartość energii wydzielonej w tym procesie, gdyby rozpadowi uległo 150 g uranu ^{235}U. Skorzystaj z danych, przedstawionych w zadaniu **6.2**.

Zadanie 7. Dynamo rowerowe (*7pkt*)

Często w celu zasilenia lampki rowerowej używa się dynama. Energia elektryczna może być uzyskiwana, gdy podczas jazdy główka dynama dotyka opony koła rowerowego i w związku z tym obraca się z częstotliwością proporcjonalną do częstotliwości obrotu kół. Rozważmy sytuację, w której, gdy rowerzysta jedzie z prędkością 24 km/h, dynamo obraca się z częstotliwością 100 Hz. Przy takiej częstotliwości obrotów dynamo zasila nominalnie żaróweczkę o mocy 15 W przy napięciu 12 V.

Zadanie 7.1. (*3pkt*)

Sporządź wykres zależności napięcia na zaciskach dynama od czasu, gdy rower jedzie z prędkością 24 km/h. Na osiach zaznacz odpowiednie wartości czasu w milisekundach i napięcia w voltach. Wykres ma obejmować trzy pełne cykle.

Zadanie 7.2. (*2pkt*)

W tym samym układzie współrzędnych (wykorzystaj rysunek z zadania **7.1**) narysuj linią przerywaną drugą zależność napięcia na zaciskach dynama od czasu, gdy rowerzysta jedzie z prędkością 16 km/h.

Zadanie 7.3. (*2pkt*)

Rowerzysta zamierzał wykorzystać dynamo do zasilania odtwarzacza muzyki, który przystosowany jest do pracy z baterią o napięciu 9 V. W tym celu zamierzał podłączyć szeregowo z dynamem diodę prostowniczą. Wyjaśnij, dlaczego przy jeździe z prędkością 24 km/h, wartość skutecznego napięcia na zaciskach takiego układu będzie wynosić 6V.

BRUDNOPIS