Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 16

Praca, moc, energia mechaniczna

Praca siły stałej i zmiennej (pole pod wykresem F(s)), moc, twierdzenie o pracy i energii kinetycznej, zasada zachowania energii mechanicznej, sprawność, szacowanie. Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, zadania typu maturalnego, doświadczenie i materiał źródłowy, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.

Fizyka | klasa 1 LO i technikum | Dział 16 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Praca, moc, energia mechaniczna – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	4 zad. · 9 pkt
2	**Praca, moc, energia mechaniczna – ćwiczenia podstawowe** Ćwicz umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	7 zad. · 18 pkt
3	**Praca, moc, energia mechaniczna – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki	Zadania typu maturalnego	ZR	7 zad. · 16 pkt
4	**Praca, moc, energia mechaniczna – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZR	3 zad. · 13 pkt
5	**Kartkówka: praca, moc, energia – grupa A**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: praca, moc, energia – grupa B**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Praca, moc, energia mechaniczna – grupa A**	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Praca, moc, energia mechaniczna – grupa B**	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt · 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze prawa i wzory działu oraz pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – zadania w formule matury 2027 z fizyki (polecenia i punktacja jak w arkuszach CKE), karta 4 – doświadczenie i materiał źródłowy (pomiary, wykres, tekst, dane).
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), a karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), każda w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu: odpowiedzi, wymaganie z podstawy przy każdym zadaniu, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania etapami, jak w zasadach oceniania CKE. Osobny plik „Powtórka": prawa i wzory (co jest w broszurze CKE), typowe błędy, test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZR I.3** prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;
- **ZR II.20** posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; wykorzystuje równość między pracą siły wypadkowej i zmianą energii kinetycznej oraz zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń;
- **ZR II.21** posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych;
- **ZR II.22** interpretuje pole pod wykresem zależności siły od drogi i pole pod wykresem zależności mocy od czasu jako wykonaną pracę;

Materiał oryginalny – zadania nie są kopiami zadań CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania (PR): I.3, II.20, II.21, II.22. Stałe fizyczne – według broszury CKE „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki". Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

PIERWSZA ŁAWKA

Praca, moc, energia mechaniczna – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

ZR KARTA 1/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ... / 9 pkt

Najważniejsze wiadomości · 9 pkt

Przypomnij sobie

- **Praca stałej siły:** $W = F\Delta r\cos\alpha$ (J), gdzie α – kąt między siłą a przemieszczeniem. $W > 0$ dla $\alpha < 90°$, $W = 0$ dla siły prostopadłej do przemieszczenia (np. siła dośrodkowa, reakcja podłoża), $W < 0$ dla $\alpha > 90°$ (np. tarcie).
- **Siła zmienna:** pracę obliczamy jako **pole pod wykresem *F*(*s*)** (składowej siły wzdłuż przemieszczenia). Dla sprężyny ($F = kx$) pole trójkąta daje $W = \frac{kx^2}{2}$.
- **Moc:** $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ (1 W = 1 J/s); przy stałej prędkości i sile równoległej do ruchu $P = Fv$. **Pole pod wykresem *P*(*t*)** jest równe wykonanej pracy (energii). 1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J.
- **Energia:** kinetyczna $E_k = \frac{mv^2}{2}$; zmiana energii potencjalnej ciężkości blisko Ziemi $\Delta E_p = mg\Delta h$; energia potencjalna sprężystości $E_p = \frac{kx^2}{2}$.
- **Twierdzenie o pracy i energii kinetycznej:** praca siły wypadkowej jest równa zmianie energii kinetycznej: $W_{wyp} = \Delta E_k$.
- **Zasada zachowania energii mechanicznej:** gdy pracę wykonują tylko siła ciężkości i siła sprężystości, $E_k + E_p = \text{const}$. Praca sił oporu (tarcie, opór powietrza) jest równa zmianie energii mechanicznej: $W_{op} = \Delta E_{mech} < 0$.
- **Sprawność:** $\eta = \frac{W_{użyteczna}}{W_{włożona}} = \frac{P_{użyteczna}}{P_{pobrana}}$; zawsze $\eta < 1$ (100%) – część energii zamienia się w energię wewnętrzną (tarcie, opór).
- **Szacowanie (I.3):** przyjmij rozsądne wartości (masa człowieka ok. 60–80 kg, piętro ok. 3 m, moc człowieka przy dłuższym wysiłku rzędu setek watów) i sprawdź, czy wynik ma sens – rząd wielkości jest ważniejszy niż trzecia cyfra.

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Skrzynię przesunięto o 5,0 m, ciągnąc ją za linkę siłą 120 N skierowaną pod kątem 30° do poziomu. Siła tarcia miała wartość 80 N. Oblicz pracę siły ciągu, pracę siły tarcia i pracę siły wypadkowej. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

$W_F = F\cos\alpha = 120\ \text{N} \cdot 5{,}0\ \text{m} \cdot \cos 30° \approx 519{,}6\ \text{J} \approx \mathbf{5{,}2 \cdot 10^2\ J}$.

$W_T = T\cos 180° = -80\ \text{N} \cdot 5{,}0\ \text{m} = \mathbf{-400\ J}$ (tarcie przeciwnie do ruchu).

$W_{wyp} = W_F + W_T \approx 119{,}6\ \text{J} \approx \mathbf{1{,}2 \cdot 10^2\ J}$ (siła ciężkości i reakcja podłoża są prostopadłe do przemieszczenia – praca 0) – tyle wzrosła energia kinetyczna skrzyni.

Przykład 2. **Sprężyna o współczynniku sprężystości 400 N/m, ściśnięta o 10 cm, wystrzeliwuje poziomo kulkę o masie 50 g. Oblicz prędkość kulki. Pomiń tarcie i masę sprężyny. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

Zasada zachowania energii: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \rightarrow v = x\sqrt{\frac{k}{m}}$.

$v = 0{,}10\ \text{m} \cdot \sqrt{(400 : 0{,}050)}\ 1/\text{s} \approx \mathbf{8{,}9\ m/s}$.

Przykład 3. **Dźwig podnosi ruchem jednostajnym ładunek o masie 500 kg na wysokość 12 m w czasie 20 s. Silnik pobiera moc 4,0 kW. Oblicz moc użyteczną i sprawność dźwigu. Przyjmij, że $g = 9{,}81\ m/s^2$.**

$P_u = \frac{mgh}{t} = 500 \cdot 9{,}81 \cdot 12 : 20\ W \approx \mathbf{2943\ W}$.

$\eta = \frac{P_u}{P} = 2943 : 4000 \approx 0{,}736 \approx \mathbf{74\%}$.

Zadania

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Uczeń wniósł plecak o masie 8,0 kg na trzecie piętro, czyli na wysokość 9,0 m. Oblicz przyrost energii potencjalnej plecaka. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Przyjmij, że $g = 9{,}81\ m/s^2$. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Praca siły ciężkości walizki przesuwanej po poziomej podłodze jest równa zero.	**P**	**F**
2. 1 kWh jest równa 3600 J.	**P**	**F**
3. Sprawność urządzenia mechanicznego może być większa niż 100%.	**P**	**F**

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. Jednostką mocy jest _____ (1 J/s).
2. Pole pod wykresem zależności mocy od czasu jest równe _____ .
3. Gdy prędkość ciała wzrośnie dwa razy, jego energia kinetyczna wzrośnie _____ razy.

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Uczeń o masie ok. 60 kg wbiega po schodach na pierwsze piętro (ok. 3 m wyżej) w ciągu 5 s. Średnia moc, z jaką rośnie jego energia potencjalna, jest rzędu

A. 4 W. B. 40 W. C. 400 W. D. 4000 W.

PIERWSZA ŁAWKA

Praca, moc, energia mechaniczna – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR

KARTA 2/8

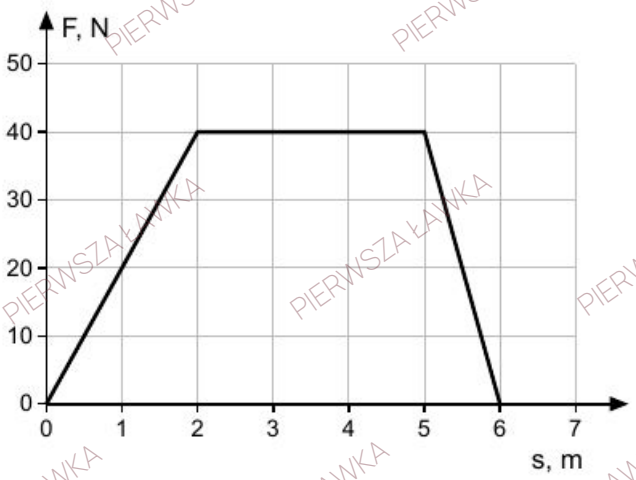
Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 18 pkt

Ćwiczenia · 18 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Na wózek działa siła równoległa do jego przemieszczenia. Wartość siły zmienia się wraz z przebytą drogą tak, jak na wykresie. Oblicz pracę wykonaną przez tę siłę na całej drodze. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie



Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Sanki o masie 20 kg (z dzieckiem) zjeżdżają z górki o wysokości 6,0 m, startując z miejsca. U podnóża mają prędkość 9,0 m/s. Oblicz wartość pracy sił oporu ruchu na całym zjeździe. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Przyjmij, że $g = 9{,}81\ m/s^2$. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Skrzynia jest podnoszona na linie ruchem jednostajnym. Praca siły wypadkowej działającej na skrzynię jest

A. równa zero.

B. ujemna i równa pracy siły ciężkości.

C. dodatnia i równa pracy siły naciągu liny.

D. dodatnia i równa przyrostowi energii potencjalnej.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Samochód jedzie ze stałą prędkością 90 km/h. Siły oporu ruchu mają łącznie wartość 600 N. Oblicz moc, z jaką silnik napędza samochód. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdej sytuacji (1–4) zachodzącą w niej przemianę energii (a–d).

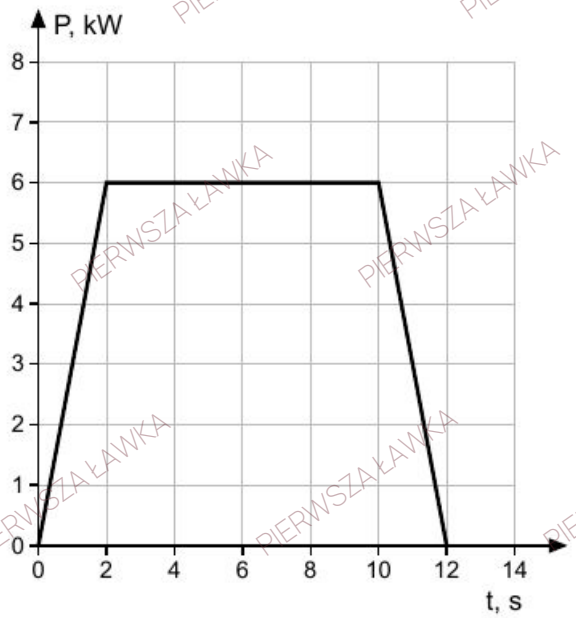
1. Wahadło przechodzi od skrajnego wychylenia do położenia równowagi.	a) energia elektryczna → energia potencjalna wody
2. Rowerzysta hamuje do zatrzymania.	b) energia potencjalna ciężkości → energia kinetyczna
3. Łucznik wypuszcza strzałę z naciągniętego łuku.	c) energia potencjalna sprężystości → energia kinetyczna
4. Pompy elektrowni szczytowo-pompowej tłoczą wodę do górnego zbiornika.	d) energia kinetyczna → energia wewnętrzna (ogrzanie hamulców)

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 6. (0–3 pkt) ..... / 3

Wykres przedstawia zależność mocy silnika windy od czasu podczas jednego przejazdu w górę. Oblicz pracę wykonaną przez silnik oraz wysokość, na jaką wjechała kabina z pasażerami o łącznej masie 600 kg. Przyjmij, że cała praca silnika zamienia się w energię potencjalną kabiny i że $g = 9{,}81\ m/s^2$. Wysokość podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie



Zadanie 7. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Gdy na ciało działa tylko siła ciężkości, jego energia mechaniczna jest stała.	**P**	**F**
2. Praca siły tarcia kinetycznego zwiększa energię mechaniczną ciała.	**P**	**F**
3. Kamień rzucony w górę ma w najwyższym punkcie toru (bez oporów) największą energię potencjalną.	**P**	**F**

Praca, moc, energia mechaniczna – zadania typu maturalnego

Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki

ZR

KARTA 3/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 16 pkt

Zadania typu maturalnego · 16 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Ciało zsuwa się bez tarcia z wysokości h po torze o dowolnym kształcie, startując z prędkością zero. Jeżeli wysokość zwiększymy 4 razy, to wartość prędkości ciała na dole toru wzrośnie

A. $\sqrt{2}$ razy. B. 2 razy. C. 4 razy. D. 16 razy.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Praca siły tarcia kinetycznego działającej na klocek przesuwany po stole jest ujemna.	P	F
2. Sprawność urządzenia jest ilorazem mocy pobranej przez urządzenie przez jego moc użyteczną.	P	F

Zadanie 3. (0–6 pkt)

Skoczek o masie $m = 70$ kg skacze z mostu, przywiązany do elastycznej liny o długości (bez obciążenia) $L = 20$ m. Lina zaczyna się wydłużać, gdy skoczek spadnie o L, i działa wtedy siłą sprężystości $F = kx$, gdzie x – wydłużenie, $k = 100$ N/m.
Przyjmij, że:
• skoczek zaczyna spadać z prędkością zero;
• opór powietrza i masę liny można pominąć;
• $g = 9{,}81$ m/s².

Zadanie 3.1. (0–3 pkt) ..... / 3

Wyznacz największe wydłużenie liny x – w zależności tylko od m, g, L i k. Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na x.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz największe wydłużenie liny i odległość najniższego punktu toru skoczka od miejsca skoku. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Największą wartość prędkości skoczek ma w chwili, gdy

A. skoczek przebył połowę drogi do najniższego punktu.

B. skoczek jest w najniższym punkcie toru.

C. lina zaczyna się napinać.

D. siła sprężystości liny równoważy ciężar skoczka.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

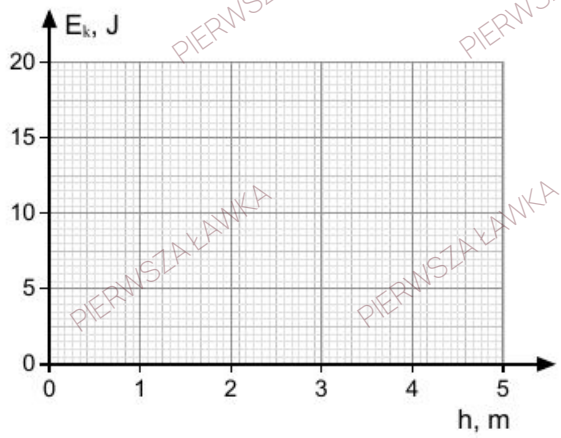
Wykaż, że ciało zsuwające się bez tarcia z wysokości h (z prędkością początkową zero) po dowolnie wyprofilowanym torze ma na dole toru prędkość $v = \sqrt{2gh}$. Powołaj się na:
• kierunek siły reakcji toru względem przemieszczenia;
• zasadę zachowania energii mechanicznej.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Piłkę o masie 0,40 kg upuszczono z wysokości 5,0 m. Na siatce narysuj wykres zależności energii kinetycznej piłki od jej wysokości nad ziemią h dla h od 0 do 5,0 m. Pomiń opór powietrza. Przyjmij, że g = 9,81 m/s².

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 6. (0–3 pkt) ..... / 3

Pompa ma wypompować 2,0 m³ wody z zalanej piwnicy na wysokość 3,0 m w czasie 10 minut. Sprawność pompy wynosi 60%. Oblicz moc, jaką pobiera pompa. Przyjmij, że gęstość wody wynosi 1000 kg/m³, a g = 9,81 m/s². Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 7. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Sprężynę rozciągnięto najpierw od długości swobodnej o x, a potem dalej – od wydłużenia x do wydłużenia $2x$. Praca wykonana w drugim etapie jest w porównaniu z pracą w pierwszym etapie

A. $\sqrt{2}$ razy większa. B. 2 razy większa. C. 3 razy większa. D. 4 razy większa.

Praca, moc, energia mechaniczna – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZR KARTA 4/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 13 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 13 pkt

Zadanie 1. (0–6 pkt)

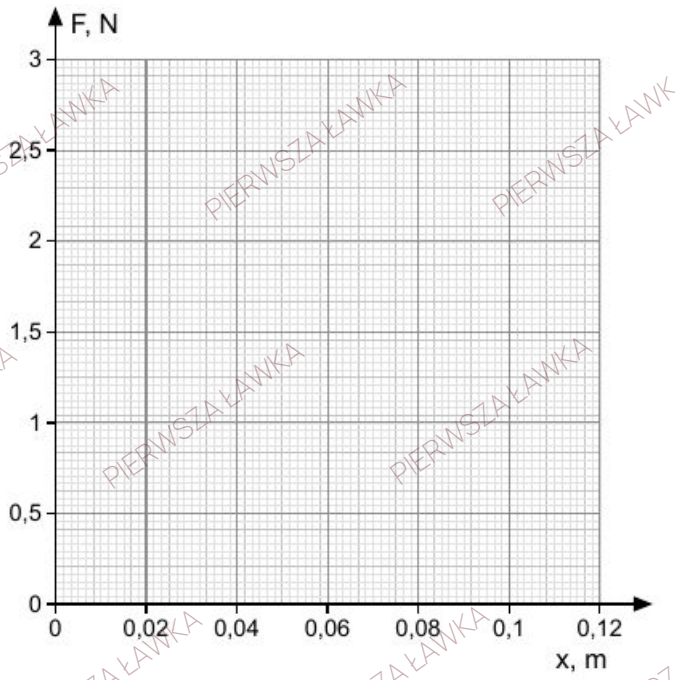
Uczniowie zawiesili sprężynę na statywie i rozciągali ją siłomierzem, mierząc linijką wydłużenie x i odczytując siłę F. Niepewność pomiaru wydłużenia wynosi 0,002 m, a niepewność odczytu siły – 0,1 N. Wyniki zapisano w tabeli.

Pomiar	1	2	3	4	5
x, m	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
F, N	0,6	1,0	1,4	2,1	2,5

Zadanie 1.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Na siatce zaznacz punkty pomiarowe wraz z niepewnościami pomiarowymi i narysuj prostą najlepiej dopasowaną do punktów, przechodzącą przez początek układu współrzędnych.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyznacz współczynnik sprężystości sprężyny z nachylenia narysowanej prostej. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Podgląd – Pierwsza Ławka

Zadanie 1.3. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz pracę, jaką trzeba wykonać, aby rozciągnąć sprężynę od długości swobodnej do wydłużenia 0,080 m. Skorzystaj z pola pod narysowaną prostą. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–5 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania. Przyjmij, że gęstość wody wynosi 1000 kg/m³, a g = 9,81 m/s².

Magazyn energii w Żarnowcu

Elektrownia szczytowo-pompowa Żarnowiec (województwo pomorskie) działa od początku lat 80. XX wieku i jest największym tego typu obiektem w Polsce. Dolnym zbiornikiem jest Jezioro Żarnowieckie, a górny, sztuczny zbiornik leży na pobliskiej wysoczyźnie. Gdy w sieci jest nadmiar energii (np. w nocy), pompy tłoczą wodę w górę; w godzinach szczytu woda spływa przez turbiny.

Górny zbiornik ma powierzchnię ok. 135 ha i pojemność ok. 13,8 mln m³. Spad brutto (różnica poziomów wody) wynosi ok. 119,3 m, a moc elektrowni przy pracy turbinowej – 716 MW. Taki „magazyn" pozwala szybko uzupełnić braki mocy w systemie energetycznym.

Opracowano na podstawie: gramwzielone.pl, PGE potwierdza plan budowy ogromnego magazynu energii (https://www.gramwzielone.pl/?p=20174554); gramwzielone.pl (https://www.gramwzielone.pl/trendy/107111/najwieksza-elektrownia-szczytowopompowa-na-swiecie-rozpoczela-prace); Power Technology, Zarnowiec pumped storage (https://power-technology.com/?p=160894) – spad brutto 119,3 m.

Zadanie 2.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz energię potencjalną wody wypełniającej górny zbiornik względem dolnego zbiornika. Przyjmij, że cała woda opada o wysokość spadu podaną w tekście. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Przyjmij, że elektrownia zamienia energię potencjalną wody na energię elektryczną ze sprawnością 85%. Oszacuj, przez ile godzin elektrownia może pracować z pełną mocą przy całkowitym opróżnianiu górnego zbiornika. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Praca, moc, energia mechaniczna – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 1 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 12 z 37 stron. Pełna wersja: 37 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Praca, moc, energia mechaniczna – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 9 pkt
- Karta 2: Praca, moc, energia mechaniczna – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 18 pkt
- Karta 3: Praca, moc, energia mechaniczna – zadania typu maturalnego – 7 zadań, 16 pkt
- Karta 4: Praca, moc, energia mechaniczna – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 13 pkt
- Karta 5: Kartkówka: praca, moc, energia – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: praca, moc, energia – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Praca, moc, energia mechaniczna – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Praca, moc, energia mechaniczna – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ćwiczenia, zadania

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-1-dzial-16-praca-moc-energia-zakres-rozszerzony