Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 17

Hydrostatyka

Ciśnienie hydrostatyczne, naczynia połączone, prawo Archimedesa, warunki pływania; wyodrębnianie zjawiska z kontekstu. 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 17 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Hydrostatyka – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	4 zad. · 9 pkt
2	**Hydrostatyka – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	7 zad. · 17 pkt
3	**Hydrostatyka – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki	Zadania typu maturalnego	ZR	7 zad. · 15 pkt
4	**Hydrostatyka – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZR	3 zad. · 12 pkt
5	**Kartkówka: hydrostatyka – grupa A**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: hydrostatyka – grupa B**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Hydrostatyka – grupa A**	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Hydrostatyka – 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.18** wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
- **ZR II.24** posługuje się pojęciem ciśnienia hydrostatycznego i stosuje je do obliczeń; analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych;
- **ZR II.25** stosuje do obliczeń prawo Archimedesa i objaśnia warunki pływania ciał;

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.18, II.24, II.25. 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.

Hydrostatyka – najważniejsze wiadomości

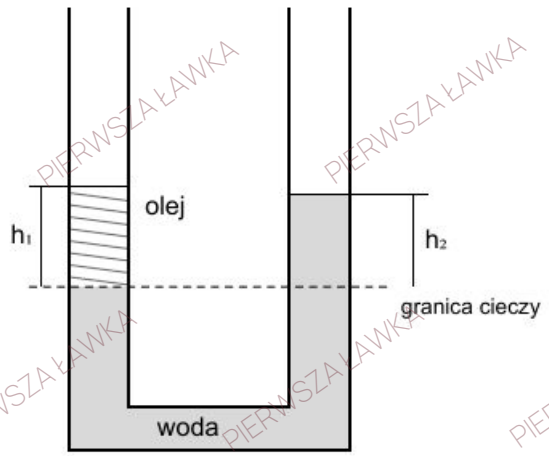
Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

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

Najważniejsze wiadomości · 9 pkt

Przypomnij sobie

- **Ciśnienie:** $p = \frac{F}{S}$, gdzie F – siła parcia prostopadła do powierzchni (1 Pa = 1 N/m²; 1 hPa = 100 Pa). Ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza – ok. 1013 hPa.
- **Ciśnienie hydrostatyczne:** $p_h = \rho g h$ (h – głębokość pod powierzchnią cieczy); zmiana ciśnienia $\Delta p = \rho g \Delta h$. Ciśnienie na głębokości h w otwartym zbiorniku: $p = p_{atm} + \rho g h$. Na tej samej głębokości jest jednakowe we wszystkich kierunkach i **nie zależy od kształtu naczynia**.
- **Naczynia połączone:** jedna ciecz w spoczynku – poziomy w ramionach jednakowe. Dwie ciecze, które się nie mieszają (U-rurka): ciśnienia na poziomie granicy cieczy są równe: $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$ (wysokości mierzone od poziomu granicy).
- **Prawo Pascala** (przypomnienie ze szkoły podstawowej): zewnętrzne ciśnienie przenosi się w cieczy jednakowo; prasa hydrauliczna: $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$.
- **Prawo Archimedesa:** na ciało zanurzone w cieczy (gazie) działa siła wyporu $F_{wyp} = \rho_c g V_{zan}$ skierowana pionowo w górę – równa ciężarowi wypartej cieczy. Wynika z różnicy ciśnień hydrostatycznych na dolną i górną powierzchnię ciała.
- **Warunki pływania:** ciało tonie, gdy $\rho_{ciała} > \rho_c$; pływa całkowicie zanurzone (w dowolnym miejscu), gdy $\rho_{ciała} = \rho_c$; pływa częściowo zanurzone, gdy $\rho_{ciała} < \rho_c$, i wtedy $F_{wyp} = mg$ oraz $\frac{V_{zan}}{V} = \frac{\rho_{ciała}}{\rho_c}$.
- **Ciało na siłomierzu w cieczy:** wskazanie $F = mg - F_{wyp}$; z pomiaru w powietrzu (F_1) i w wodzie (F_2): $\rho_{ciała} = \rho_w \frac{F_1}{F_1 - F_2}$.
- **Co jest istotne (I.18):** siła wyporu zależy od gęstości cieczy i objętości zanurzonej części – nie zależy od masy, kształtu ciała ani od głębokości (gdy ciało jest całkowicie zanurzone). Ciśnienie na dnie zależy od głębokości i gęstości – nie od pola dna ani ilości cieczy.



Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Nurek pływa w morzu na głębokości 25 m. Oblicz ciśnienie działające na nurka. Przyjmij, że gęstość wody morskiej wynosi 1025 kg/m³, ciśnienie atmosferyczne – 1013 hPa, a g = 9,81 m/s². Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

$p = p_{atm} + \rho gh$ = 101300 Pa + 1025 · 9,81 · 25 Pa ≈ 101300 Pa + 251381 Pa ≈ **$3{,}5 \cdot 10^5$ Pa** – około 3,5 razy więcej niż na powierzchni.

Przykład 2. **Do U-rurki z wodą wlano do jednego ramienia olej, który się z wodą nie miesza. Słup oleju nad poziomem granicy cieczy ma wysokość 12,5 cm, a słup wody w drugim ramieniu nad tym samym poziomem – 11,5 cm. Oblicz gęstość oleju.**

Na poziomie granicy cieczy ciśnienia w obu ramionach są równe: $\rho_{ol} g h_{ol} = \rho_w g h_w$.

$\rho_{ol} = \rho_w \frac{h_w}{h_{ol}}$ = 1000 kg/m³ · 11,5 : 12,5 = **920 kg/m³** (g i pole przekroju się skracają).

Przykład 3. **Kra lodowa pływa w wodzie morskiej. Jaka część jej objętości wystaje nad wodę? Przyjmij gęstość lodu 917 kg/m³ i wody morskiej 1025 kg/m³. Wynik podaj w procentach z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

Pływanie: $F_{wyp} = mg \rightarrow \rho_m g V_{zan} = \rho_l g V \rightarrow \frac{V_{zan}}{V} = \frac{\rho_l}{\rho_m} \approx 0{,}895$.

Nad wodą: 1 − 0,895 ≈ 0,105 ≈ **11%** objętości.

Zadania

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Basen ma głębokość 2,0 m. Oblicz ciśnienie hydrostatyczne wody przy dnie basenu. 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 2. (0–3 pkt) ..... / 3

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

1. Ciśnienie hydrostatyczne przy dnie zależy od kształtu naczynia.	**P**	**F**
2. Siła wyporu działająca na ciało zależy od gęstości cieczy, w której jest zanurzone.	**P**	**F**
3. Siła wyporu działająca na kamień całkowicie zanurzony w wodzie rośnie wraz z głębokością zanurzenia.	**P**	**F**

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. 1 hPa = _____ Pa.
2. Ciało pływa częściowo zanurzone, gdy jego średnia gęstość jest _____ od gęstości cieczy.
3. Wartość siły wyporu jest równa wartości ciężaru _____ .

Hydrostatyka – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR KARTA 2/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 17 pkt

Ćwiczenia · 17 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz ciśnienie na głębokości 10 m pod powierzchnią jeziora i porównaj je z ciśnieniem atmosferycznym. Przyjmij, że ciśnienie atmosferyczne wynosi 1013 hPa, gęstość wody 1000 kg/m³, a $g = 9{,}81$ m/s². Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Drewniany sześcian o krawędzi 10 cm pływa w wodzie, zanurzony na głębokość 6,5 cm. Oblicz gęstość drewna oraz wartość siły, którą trzeba nacisnąć pionowo na sześcian, aby całkowicie go zanurzyć. Przyjmij, że gęstość wody wynosi 1000 kg/m³, a $g = 9{,}81$ m/s². Siłę podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Ciało zawieszone na siłomierzu w powietrzu rozciąga go siłą 5,0 N, a po całkowitym zanurzeniu w wodzie (gęstość 1000 kg/m³) – siłą 3,0 N. Gęstość ciała jest równa

A. $1{,}5 \cdot 10^3$ kg/m³. B. $1{,}7 \cdot 10^3$ kg/m³. C. $2{,}5 \cdot 10^3$ kg/m³. D. $5{,}0 \cdot 10^3$ kg/m³.

Zadanie 4. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdemu zjawisku (1–4) prawo lub zależność, które je wyjaśniają (a–d).

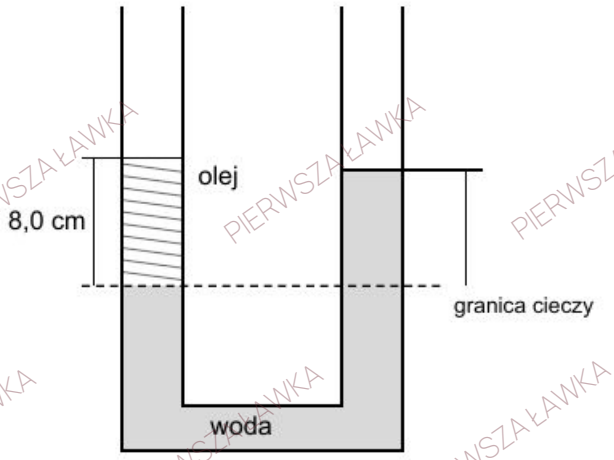
1. Okręt podwodny wynurza się po wypchnięciu wody ze zbiorników balastowych.	a) naczynia połączone
2. Woda w czajniku i w jego dzióbku stoi na tym samym poziomie.	b) wzrost ciśnienia hydrostatycznego z głębokością
3. Podczas nurkowania na kilka metrów czujemy ból uszu.	c) prawo Pascala
4. Podnośnik hydrauliczny unosi samochód małą siłą.	d) prawo Archimedesa i warunki pływania

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

W U-rurce jest woda. Do lewego ramienia dolano olej o gęstości 900 kg/m³ – powstał słup oleju o wysokości 8,0 cm (liczonej od granicy cieczy). Oblicz, o ile wyżej od poziomu wody w prawym ramieniu jest powierzchnia oleju. Przyjmij gęstość wody 1000 kg/m³. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie



Zadanie 6. (0–3 pkt) ..... / 3

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

1. Statek, który przepływa z rzeki do morza, wynurza się nieco, bo woda morska ma większą gęstość.	P	F
2. Balon z helem unosi się, bo siła wyporu powietrza jest większa od jego ciężaru.	P	F
3. Na ciało zanurzone w wodzie działa siła wyporu tylko wtedy, gdy ciało pływa.	P	F

Hydrostatyka – zadania typu maturalnego

Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki

ZR KARTA 3/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 15 pkt

Zadania typu maturalnego · 15 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Statek przepływa z rzeki do morza (woda morska ma większą gęstość). Masa statku się nie zmienia. Po wpłynięciu do morza

A. siła wyporu maleje, a zanurzenie statku rośnie.

B. siła wyporu rośnie i zanurzenie statku rośnie.

C. siła wyporu rośnie, a zanurzenie statku się nie zmienia.

D. siła wyporu się nie zmienia, a zanurzenie statku maleje.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

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

1. Siła parcia wody na dno naczynia jest zawsze równa ciężarowi wody w tym naczyniu.	P	F
2. Ciśnienie hydrostatyczne na danej głębokości jest jednakowe we wszystkich kierunkach.	P	F

Zadanie 3. (0–6 pkt)

Areometr (gęstościomierz) to szklana rurka o stałym przekroju $S = 1{,}0\ \text{cm}^2$, obciążona u dołu tak, że pływa pionowo. Masa areometru wynosi $m = 20$ g. Głębokość zanurzenia h odczytuje się na skali na rurce.
Przyjmij, że:
• objętość obciążnika można pominąć (zanurzona część to walec o przekroju S i wysokości h);
• gęstość wody wynosi 1000 kg/m³.



Zadanie 3.1. (0–3 pkt) ..... / 3

Wyznacz gęstość cieczy ρ – w zależności tylko od *m*, *S* i *h*. Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na ρ.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz głębokość zanurzenia areometru w wodzie i w roztworze soli o gęstości 1250 kg/m³. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Na skali areometru zaznaczono kreski odpowiadające gęstościom 1000 kg/m³, 1100 kg/m³ i 1200 kg/m³. Odległość między kreskami 1000 i 1100 kg/m³

A. jest większa niż między kreskami 1100 i 1200 kg/m³.

B. jest mniejsza niż między kreskami 1100 i 1200 kg/m³.

C. jest taka sama jak między kreskami 1100 i 1200 kg/m³.

D. zależy od wartości przyspieszenia ziemskiego.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

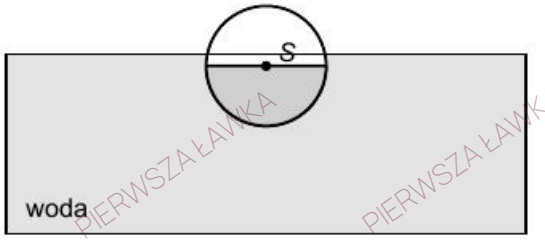
Wykaż, że dla jednorodnego ciała pływającego częściowo zanurzonego w cieczy iloraz objętości części zanurzonej do objętości całego ciała jest równy ilorazowi gęstości ciała i gęstości cieczy. Powołaj się na:
• warunek równowagi ciała;
• prawo Archimedesa.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Kulka pływa częściowo zanurzona w wodzie i pozostaje w spoczynku. Narysuj siły działające na kulkę, zaczepione w punkcie S. Zachowaj odpowiedni kierunek, zwrot i stosunek długości wektorów.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 6. (0–3 pkt) ..... / 3

Balon wypełniony helem ma objętość 3,0 m^3, a jego powłoka z linkami ma masę 1,5 kg. Oblicz największą masę ładunku, który ten balon może unieść. Przyjmij gęstość powietrza 1,20 kg/m^3 i helu 0,17 kg/m^3; objętość powłoki i ładunku pomiń. 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.
W U-rurce z wodą w jednym ramieniu jest słup oleju. Różnica poziomów powierzchni cieczy w ramionach NIE zależy od

A. gęstości oleju.

B. wysokości słupa oleju.

C. pola przekroju ramion (jednakowego w obu ramionach).

D. gęstości wody.

Hydrostatyka – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZR

KARTA 4/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 12 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 12 pkt

Zadanie 1. (0–5 pkt)

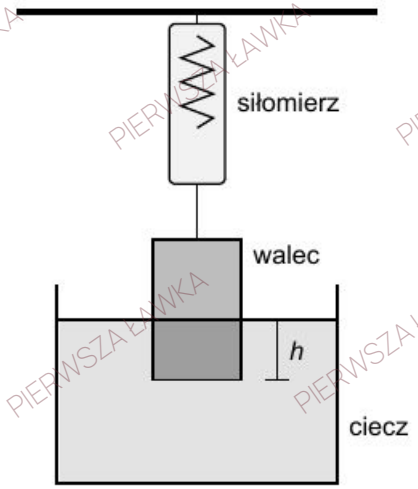
Uczniowie zawiesili na siłomierzu aluminiowy walec o wysokości 10 cm i polu podstawy $S = 12\ \text{cm}^2$. W powietrzu siłomierz wskazywał 3,20 N. Następnie zanurzali walec stopniowo w roztworze soli (gęstość nieznana) i odczytywali głębokość zanurzenia dolnej podstawy h (linijką) oraz wskazanie siłomierza F. Niepewność pomiaru h wynosi 0,1 cm. Przyjmij, że niepewność siły wyporu $F_w = F_0 - F$ wynosi 0,03 N.

Pomiar	1	2	3	4	5
h, cm	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
F, N	3,02	2,80	2,62	2,43	2,22

Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, dlaczego siła wyporu rośnie podczas zanurzania walca, a po jego całkowitym zanurzeniu przestaje się zmieniać. Wskaż czynnik, od którego siła wyporu zależy, i czynnik, który jest nieistotny.

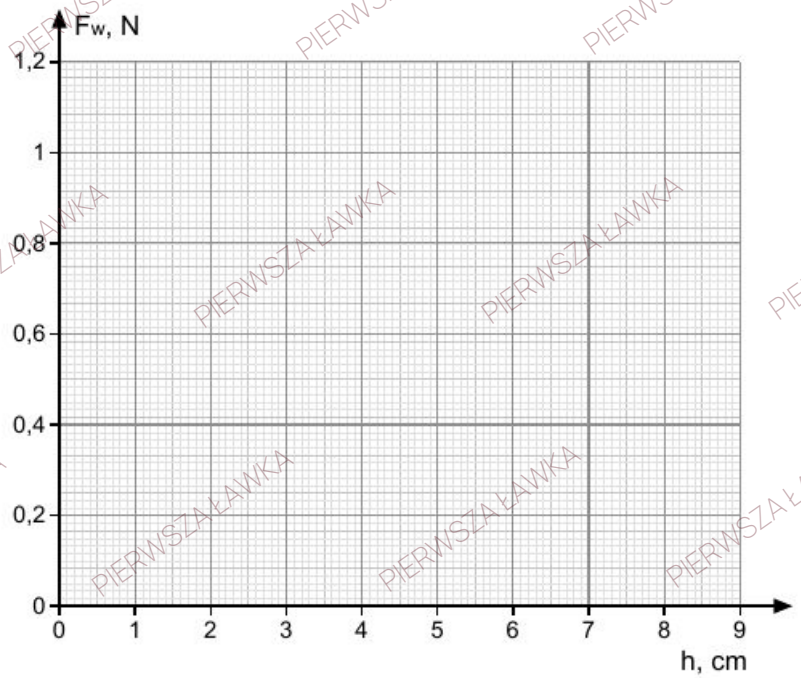
Miejsce na odpowiedź



Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz siłę wyporu dla każdego pomiaru, a następnie na siatce zaznacz punkty $F_w(h)$ wraz z niepewnościami pomiarowymi i narysuj prostą najlepiej dopasowaną do punktów, przechodzącą przez początek układu współrzędnych.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 1.3. (0–2 pkt) ..... / 2

Korzystając z nachylenia narysowanej prostej, wyznacz gęstość roztworu. Przyjmij $g = 9{,}81\ m/s^2$. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–5 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania.

Na dnie Rowu Mariańskiego

Najgłębszym znanym miejscem oceanu jest Głębia Challengera w Rowie Mariańskim na Pacyfiku. W 2021 roku opublikowano wyniki pomiarów wykonanych podczas zanurzeń załogowego pojazdu głębinowego: najgłębsze zmierzone dno leży 10 935 m (±6 m) poniżej średniego poziomu morza.

Głębokość obliczono z ciśnienia zmierzonego czujnikiem na pojeździe, uwzględniając gęstość wody w całej kolumnie (zależną od temperatury, zasolenia i ciśnienia), zmiany przyspieszenia ziemskiego i poziomu morza. Autorzy podkreślają, że największy wkład do niepewności wyniku daje niepewność samego czujnika ciśnienia.

Opracowano na podstawie: C. Greenaway i in., Revised depth of the Challenger Deep from submersible transects, Deep-Sea Research I (2021), repozytorium NOAA (https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/33477).

Zadanie 2.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz ciśnienie hydrostatyczne wody na dnie Głębi Challengera. Przyjmij średnią gęstość wody 1050 kg/m³, g = 9,81 m/s² i głębokość podaną w tekście. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Okno obserwacyjne pojazdu ma kształt koła o średnicy 20 cm. Oblicz wartość siły parcia wody na to okno na dnie Głębi Challengera (ciśnienie wewnątrz pojazdu pomiń). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.3. (0–1 pkt) ..... / 1

W modelu przyjęto średnią gęstość wody większą niż gęstość wody morskiej przy powierzchni (ok. 1025 kg/m³). Wyjaśnij, jaki czynnik, nieistotny w płytkim basenie, jest istotny przy obliczaniu ciśnienia na głębokości 11 km.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Masz siłomierz, naczynie z wodą (gęstość 1000 kg/m³) i nitkę. Zaplanuj doświadczenie, w którym wyznaczysz gęstość kamienia o nieregularnym kształcie. Opisz kolejne kroki, zapisz wzór końcowy i wskaż jeden czynnik, który jest dla wyniku nieistotny.

Miejsce na odpowiedź

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Hydrostatyka – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 1 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 11 z 35 stron. Pełna wersja: 35 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Hydrostatyka – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 9 pkt
- Karta 2: Hydrostatyka – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 17 pkt
- Karta 3: Hydrostatyka – zadania typu maturalnego – 7 zadań, 15 pkt
- Karta 4: Hydrostatyka – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 12 pkt
- Karta 5: Kartkówka: hydrostatyka – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: hydrostatyka – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Hydrostatyka – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Hydrostatyka – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ćwiczenia, zadania typu maturalnego (f

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-1-dzial-17-hydrostatyka-zakres-rozszerzony