

**Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie**  
**Olimpiada "O Diamentowy Indeks AGH" 2020/2021**

**Fizyka – Etap 1**

*Uwaga: za każde poprawnie rozwiązane zadanie uczestnik może uzyskać maksymalnie 20 punktów*

1. Załadowana piaskiem barka ma całkowitą masę początkową  $M_0 = 30$  ton, z czego masa piasku wynosi jedną trzecią tej wartości,  $M_0/3$ . Przez otwór w dnie barki piasek wysypuje się do wody w ilości  $\mu = 20$  kg/s. Holownik ciągnie barkę ze stałą siłą o wartości  $F = 1$  kN. Zrób tabelę i wykres wartości chwilowego przyspieszenia barki ( $a$ ) od czasu ruchu ( $t$ ), próbkowanego z krokiem  $\Delta t = 50$  s. Na podstawie tego wykresu, lub przy użyciu innych narzędzi informatycznych, oszacuj prędkość barki,  $v$ , po wysypaniu się całego ładunku piasku. Porównaj otrzymaną wartość z wynikiem, który uzyskujemy z rozwiązania równania dynamiki dla układu o zmiennej masie:  $Ma = F - \mu u$ , gdzie chwilowa masa barki  $M = M_0 - \mu t$ . Przyjmując prędkość wysypywanego piasku względem barki równą zero,  $u=0$ , otrzymujemy wzór na prędkość ruchu barki w postaci:  $v = (F/\mu) \cdot \ln(M_0/(M_0 - \mu t))$ . Prędkość początkowa barki wynosi zero, a siły oporu ruchu pomijamy.

2. Popularna zabawka "schodząca sprężyna" składa się z  $N = 20$  zwojów i ma masę  $M = 18$  g. Zwisająca pionowo sprężyna trzymana za pierwszy zwoj pod wpływem własnego ciężaru rozciąga się o długość  $\Delta L = 63$  cm. Ile wynosi wydłużenie, każdego kolejnego zwoju? Załóż, że pojedynczy zwoj sprężyny można zastąpić układem sprężyny idealnej z umocowaną na końcu masą równą masie tego zwoju. Jakiej siły poziomej trzeba użyć, aby uzyskać takie samo rozciągnięcie całkowite sprężyny ustawionej poziomo i zamocowanej jednym końcem do ściany?

3. W chłodne wiosenne dni, kiedy temperatura na zewnątrz wynosiła  $t_1 = 10^\circ\text{C}$ , celem utrzymania w domu temperatury  $t_p = 21^\circ\text{C}$  należało spalić w ciągu doby  $m_1 = 30$  kg węgla o wartości opałowej  $W_1 = 27$  MJ/kg, w piecu o sprawności  $\eta_1 = 70\%$ . W lecie, wymieniono piec węglowy na kocioł gazowy o sprawności  $\eta_2 = 95\%$ , opalany gazem ziemny o wartości opałowej  $W_2 = 33$  MJ/m<sup>3</sup>. Ile będzie wynosiło dobowe zużycie gazu w zimie celem utrzymania w domu temperatury  $t_p$ , przy założeniu, że temperatura na zewnątrz wynosi  $t_2 = -15^\circ\text{C}$ ? O ile wzrośnie temperatura w domu, jeżeli do ogrzania go zużyjemy dodatkowo 10% gazu więcej niż by to wynikało z poprzednich obliczeń? Uwaga, załóż, że straty ciepła są proporcjonalne do różnicy temperatur.

4. Sześć identycznych kondensatorów, każdy o pojemności  $C_0$  ułożono wzdłuż krawędzi czworoboku foremnego i połączono w narożach. Ładujemy układ poprzez przyłożenie do dwóch różnych wierzchołków czworoboku napięcia  $U_0 = 10$  V. W czasie ładowania przez przewody doprowadzające przepłynął ładunek  $Q_0 = 0,4$   $\mu\text{C}$ . Wyznacz wartość  $C_0$  oraz napięcie i ładunek zgromadzony na każdym z kondensatorów po naładowaniu układu.

5. Korytarz w hotelu ma szerokość  $L = 2,5$  m. W jednej ze ścian korytarza znajduje się otwór, w którym można zamontować wizjer/kamerę obserwacyjną. W drugiej ścianie korytarza, dokładnie naprzeciwko otworu kamery znajduje się okrągła wnęka, o promieniu  $r = 15$  cm, przeznaczona do zainstalowania oświetlenia. Jeżeli w tej wnęcie zamiast lampy zamontowane zostanie okrągłe, wypukłe zwierciadło, to umożliwi to obserwację korytarza przez wizjer/kamerę. Zwierciadło instalujemy tak, aby jego krawędź zewnętrzna znajdowała się na powierzchni ściany. Jaki musi być promień krzywizny tego zwierciadła aby możliwa była obserwacja całego korytarza. Uwaga: rozważ przypadek, gdy promień wybiegający z kamery i odbity od zwierciadła biegnie równoległe do ściany korytarza.