

**Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie**  
**Olimpiada “O Diamentowy Indeks AGH” 2017/2018**  
**Fizyka – Etap 3**

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

1. Klin o masie  $M = 2$  kg leży na poziomym, gładkim podłożu, tak, że tarcie klina o podłoże jest zaniedbywalnie małe. Na ukośnej powierzchni klina, nachylonej do podłoża pod kątem  $\alpha = 30^\circ$ , położono klocek o masie  $m = 0,5$  kg. Jaki warunek musi spełniać współczynnik tarcia statycznego,  $f_s$ , klocka o klin, aby układ się nie poruszał? Następnie pchnięto klocek w taki sposób, że zaczyna się on zsuwać w dół po zboczu klina, powodując jednocześnie przesuwanie klina po podłożu. Przyjmując wartość współczynnika tarcia kinetycznego klocka o klin wynoszącą  $f_k = 0,4 < f_s$ , oblicz przyspieszenie klina względem podłoża. *Uwaga:* Zadanie wygodnie jest rozwiązywać w układzie własnym klina, który w czasie ruchu ciał jest układem nieinercyjnym.
2. Barka załadowana piaskiem jest ciągnięta przez holownik ze stałą siłą  $F_h$ , niezależną od masy układu. Na barkę płynącą po wodzie działa siła oporu proporcjonalna do prędkości barki  $v$ ,  $F_o = -\alpha v$ , gdzie  $\alpha$  jest stałym współczynnikiem oporu. Wzdłuż barki ustawiony jest poziomy taśmociąg, za pomocą którego piasek może być wyrzucany przez rufę do wody, tj. za poruszającą się barkę. Szybkość ruchu taśmy z piaskiem względem barki wynosi  $u = 10$  m/s, a masa piasku, wyrzucanego do wody w jednostce czasu, wynosi  $\mu = 10$  kg/s. Kiedy taśmociąg nie pracuje stała szybkość poruszania się barki wynosi  $v_1 = 5$  m/s. Po uruchomieniu taśmociągu wysypującego piasek do wody, szybkość barki rośnie do stałej wartości  $v_2 = 5,5$  m/s. Oblicz siłę  $F_h$ , z jaką holownik ciągnie barkę. Ile wynosi współczynnik oporu ruchu barki,  $\alpha$ ? *Uwaga:* Wartość siły odrzutu działającej na układ o zmiennej masie wyraża się wzorem:  $F_c = \mu u$ .
3. Ile pracy wykona gaz doskonały, jeżeli podczas izobarycznego rozprężania jego temperatura rośnie o  $10^\circ\text{C}$ ? Gazem roboczym jest 12 g helu ( $\mu_{\text{He}} = 4$  g/mol). Oblicz zmianę energii wewnętrznej gazu podczas tej przemiany. Stała gazowa  $R = 8,31$  J/(mol·K)
4. Kulkę o promieniu  $R = 2$  cm umieszczono daleko od innych obiektów i naładowano do napięcia  $U_k = 500$  V względem uziemienia. Przygotowano również nienaładowany kondensator płaski, którego jedna okładka jest połączona bezpośrednio z uziemieniem. Każda z kładek kondensatora płaskiego ma powierzchnię  $S = 100$  cm<sup>2</sup>, a odległości między okładkami wynosi  $d = 5$  mm. Ile wynosi potencjał kulki po jej połączeniu cienkim przewodem z drugą, nieuziemiałą, okładką kondensatora? Jaki ładunek przepłynie przez przewód? Pojemność naładowanej kuli o promieniu  $R$  (względem dalekiego uziemienia) wyraża się wzorem  $C_k = 4\pi\epsilon_0 R$ ;  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m.
5. Mamy do dyspozycji dużą bańkę choinkową, o promieniu  $R = 20$  cm, której posrebrzona powierzchnia funkcjonuje jako zwierciadło wypukłe. Przed bańką ustawiono soczewkę skupiającą o ogniskowej  $f_1 = 10$  cm, tak, że zwierciadło i soczewka leżą na wspólnej osi optycznej, a ognisko soczewki wypada dokładnie na powierzchni bańki. W odległości  $x_1 = 35$  cm od środka soczewki umieszczono punktowe źródło, z którego światło przechodzi najpierw przez soczewkę, a następnie odbija się od bańki. W jakiej odległości od bańki powstanie rzeczywisty obraz tego źródła? Jaki ogólny warunek musi spełniać odległość przedmiotu od soczewki ( $x_1$ ), aby powstał rzeczywisty obraz leżący między zwierciadłem a soczewką?