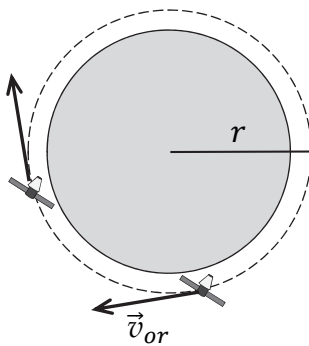


### Zadanie 3.

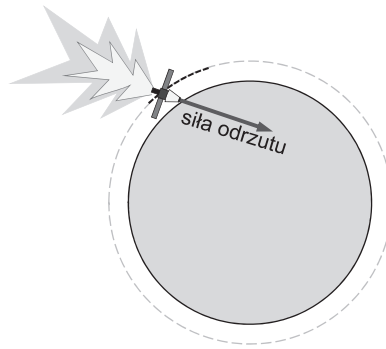
Sonda kosmiczna o masie  $m = 10^4$  kg początkowo poruszała się swobodnie (jedynie pod wpływem grawitacji) dookoła Ziemi po orbicie kołowej o promieniu  $r$ , z prędkością orbitalną o wartości  $v_{or} = 7,56$  km/s (zobacz rys. 1.). W pewnym momencie włączono silniki odrzutowe sondy, odpowiednio zaprogramowane. Przez pewien czas na sondę działała siła odrzutu tak, że sonda poruszała się nadal po orbicie kołowej o promieniu  $r$ , a wartość prędkości tej sondy rosła (zobacz rys. 2.). Gdy sonda osiągnęła prędkość  $\vec{v}_p$  w chwili  $t_p$ , silniki odrzutowe wyłączono (zobacz rys. 3.), a sonda zaczęła się oddalać od Ziemi.

Prędkość  $\vec{v}_p$  uzyskana przez sondę w odległości  $r$  od środka Ziemi była na tyle duża, że umożliwiała sondzie ciągłe oddalanie się od Ziemi oraz osiągnięcie w bardzo dalekiej odległości (gdzie wpływ pola grawitacyjnego Ziemi jest pomijalny) stałej prędkości o wartości  $v_\infty = 2,00$  km/s (zobacz rys. 4.). Masa Ziemi wynosi  $M = 5,97 \cdot 10^{24}$  kg.

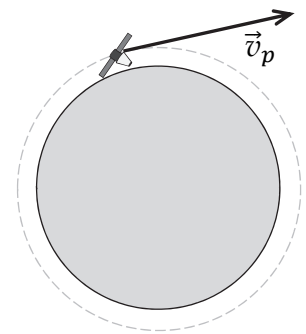
Rysunek 1.



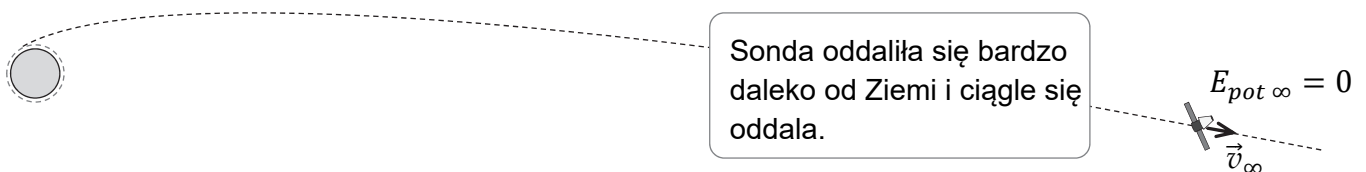
Rysunek 2.



Rysunek 3.



Rysunek 4.



Do analizy zagadnienia przyjmij uproszczony model zjawiska, w którym:

- pomijamy oddziaływanie sondy ze Słońcem oraz innymi ciałami, a także ruch orbitalny Ziemi
- pomijamy zmianę masy sondy podczas działania silników odrzutowych
- zakładamy, że energia potencjalna sondy bardzo daleko od Ziemi – gdzie wpływ grawitacji ziemskiej jest pomijalny – wynosi zero (zobacz rys. 4.):  $E_{pot \infty} = 0$ .

**Zadanie 3.1. (0–1)**

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Wartość prędkości początkowej, z jaką sonda rozpoczęła oddalanie się od Ziemi, prawidłowo opisuje relacja:

A.  $v_p = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

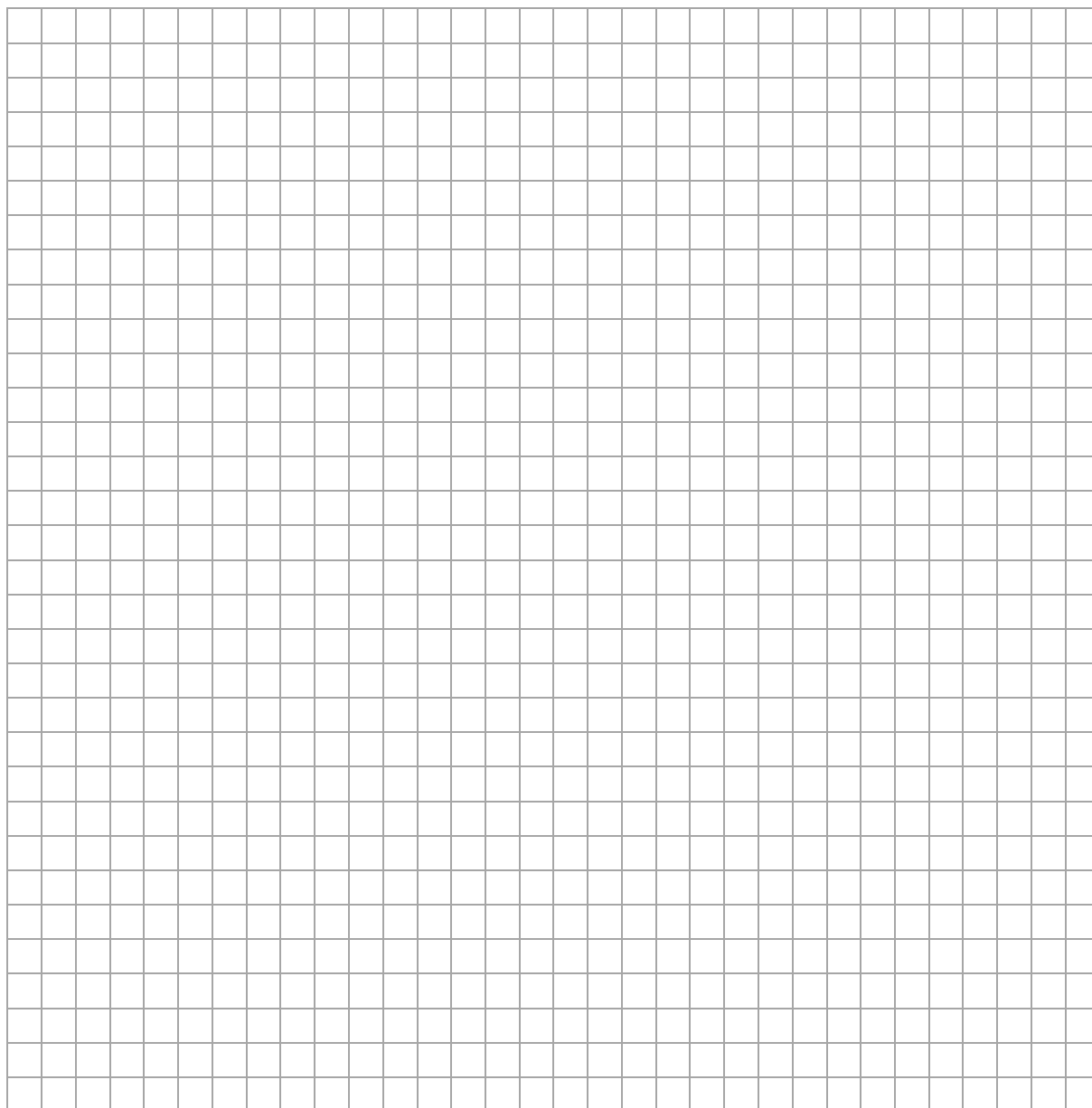
B.  $\sqrt{\frac{GM}{r}} < v_p < \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

C.  $v_p = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

D.  $v_p > \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

**Zadanie 3.2. (0–3)**

Oblicz wartość natężenia pola grawitacyjnego na orbicie kołowej, po której poruszała się sonda.



| Wypełnia<br>egzaminator | Nr zadania          | 3.1. | 3.2. |
|-------------------------|---------------------|------|------|
|                         | Maks. liczba pkt    | 1    | 3    |
|                         | Uzyskana liczba pkt |      |      |

**Zadanie 3.3. (0–3)**

**Oblicz pracę mechaniczną, jaką wykonała siła odrzutu podczas przyspieszania sondy w sposób opisany we wstępie do zadania.**

*Wskazówka: Obliczenia ułatwi wyrażenie energii mechanicznej sondy w ruchu swobodnym po orbicie kołowej poprzez jej masę  $m$  i wartość prędkości orbitalnej  $v_{or}$*

