

B - CÁC LỰC CƠ HỌC



① Lực hấp dẫn – Định luật vạn vật hấp dẫn

a/ Lực hấp dẫn

- Mọi vật trong vũ trụ đều hút nhau với một lực, gọi là lực hấp dẫn.
- Khác với lực đàn hồi và lực ma sát là sự tiếp xúc, lực hấp dẫn là lực tác dụng từ xa, qua khoảng không gian giữa vật.

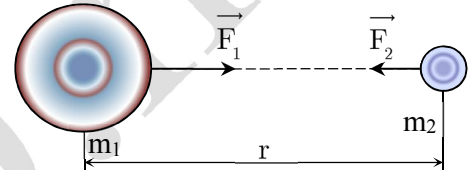
b/ Định luật vạn vật hấp dẫn

- Nội dung: Hai chất điểm bất kì hút với nhau bằng một lực tỉ lệ thuận với tích các khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

- Biểu thức: $F_{hd} = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$ với $G = 6,67 \cdot 10^{-11} (Nm^2/kg^2)$: gọi là hằng số hấp dẫn.

- Phạm vi áp dụng:

- + Khoảng cách giữa hai vật rất lớn so với kích thước của chúng.
- + Các dạng đồng chất và có dạng hình cầu. Khi ấy r là khoảng cách giữa hai tâm và lực hấp dẫn nằm trên đường nối tâm và đặt vào hai tâm đó.



c/ Trọng lực là trường hợp riêng của lực hấp dẫn

- Trọng lực mà Trái Đất tác dụng lên một vật là lực hấp dẫn giữa Trái Đất với vật đó. Trọng lực đặc vào một điểm đặc biệt của vật, gọi là trọng tâm của vật.

- Độ lớn của trọng lực (tức trọng lượng): $P = G \frac{mM}{(R+h)^2}$ với m là khối lượng của vật, h là độ cao của vật so với mặt đất, M và R là khối lượng và bán kính của Trái Đất.

- Mặc khác, ta có: $P = mg = G \frac{mM}{(R+h)^2} \Rightarrow g = \frac{GM}{(R+h)^2}$.

- Nếu vật ở gần mặt đất ($h \ll R$) thì $g = \frac{GM}{R^2}$.

② Lực đàn hồi – Định luật Húc

- a/ Điều kiện xuất hiện: Lực đàn hồi xuất hiện khi một vật bị biến dạng và có xu hướng chống lại nguyên nhân gây ra biến dạng.

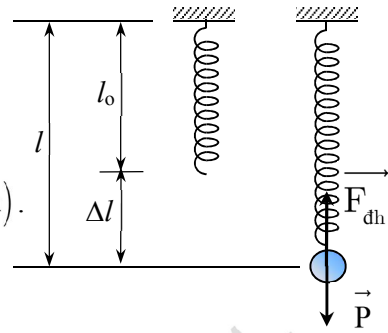
b/ Định luật Húc

- Giới hạn đàn hồi: Dùng một lực F để kéo dãn lò xo. Khi lực F có giá trị nhỏ, nếu thôi tác dụng thì lò xo trở về hình dạng và kích thước ban đầu. Khi lực F lớn hơn một giá trị nào đó thì nếu thôi tác dụng, lò xo không trở về hình dạng và kích thước ban đầu được. Giới hạn của lực F mà lò xo còn có tính đàn hồi gọi là giới hạn đàn hồi của lò xo.

- Nội dung định luật Húc: " Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ với độ biến dạng của lò xo ".

- Biểu thức định luật Húc: $F_{dh} = k \cdot |\Delta l|$. Trong đó:

- + k là hệ số đàn hồi (hay độ cứng) của lò xo, có đơn vị là (N/m) . Hệ số đàn hồi phụ thuộc vào vào chất thép dùng làm lò xo, số vòng lò xo, đường kính của vòng xoắn và đường kính của tiết diện dây thép làm lò xo.
- + Δl là độ biến dạng của lò xo (dãn hay nén), đơn vị (m) .



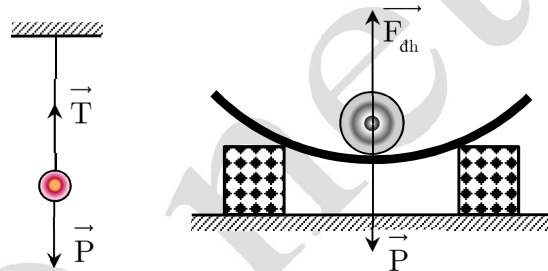
c/ Đặc điểm của lực đàn hồi

- Góc: trên vật gây biến dạng.
- Phương: phương của biến dạng (trục lò xo, phương dây căng, vuông góc với mặt tiếp xúc).
- Chiều: ngược chiều với chiều biến dạng.
- Độ lớn: $F = k \cdot |\Delta l|$.

d/ Lực căng và lực pháp tuyến

Lực đàn hồi còn xuất hiện ở những vật đàn hồi khác khi bị biến dạng.

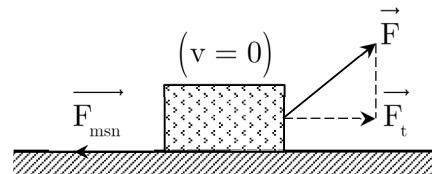
- Đối với dây cao su hay dây thép, lực đàn hồi chỉ xuất hiện khi bị ngoại lực kéo dãn, trong trường hợp này lực đàn hồi được gọi là lực căng. Lực căng có điểm đặc và hướng giống như lực đàn hồi của lò xo khi bị dãn (T là lực căng).
- Đối với các mặt tiếp xúc bị biến dạng khi ép vào nhau thì lực đàn hồi có phương vuông góc với mặt tiếp xúc. Trường hợp này lực đàn hồi gọi là áp lực hay lực pháp tuyến.



③ Lực ma sát

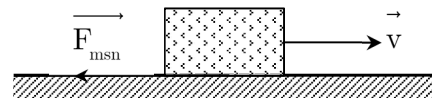
a/ Lực ma sát nghỉ

- Điều kiện xuất hiện: Lực ma sát nghỉ xuất hiện khi một vật có xu hướng trượt (chưa trượt) trên bề mặt một vật khác do có ngoại lực tác dụng và có tác dụng cản trở xu hướng trượt của vật.
- Đặc điểm của lực ma sát nghỉ:
 - + Góc: trên vật có xu hướng trượt (chỗ tiếp xúc).
 - + Phương: song song (tiếp tuyến) với mặt tiếp xúc.
 - + Chiều: ngược chiều với ngoại lực tác dụng.
 - + Độ lớn: luôn cân bằng với thành phần tiếp tuyến của ngoại lực, có giá trị cực đại tỉ lệ với áp lực ở mặt tiếp xúc: $F_{msn(max)} = \mu_n \cdot N$ với μ_n là hệ số ma sát nghỉ, không có đơn vị.



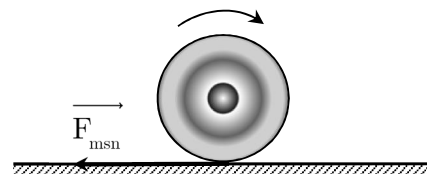
b/ Lực ma sát trượt

- Điều kiện xuất hiện: Lực ma sát trượt xuất hiện khi một vật trượt trên mặt một vật khác và có tác dụng cản trở lại chuyển động trượt của vật.
- Đặc điểm của lực ma sát trượt:
 - + Góc: trên vật chuyển động trượt (chỗ tiếp xúc).
 - + Phương: song song (tiếp tuyến) với mặt tiếp xúc.
 - + Chiều: ngược chiều với chiều chuyển động trượt.
 - + Độ lớn: tỉ lệ với áp lực ở mặt tiếp xúc: $F_{mst} = \mu_t \cdot N$ với μ_t là hệ số ma sát trượt (phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của hai mặt tiếp xúc, nó không có đơn vị và dùng để tính độ lớn lực ma sát).
 - + Lực ma sát trượt không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc và tốc độ của vật, mà nó chỉ phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của hai mặt tiếp xúc.



c/ Lực ma sát lăn

- Điều kiện xuất hiện: Lực ma sát lăn xuất hiện khi một vật lăn trên mặt một vật khác và có tác dụng cản trở lại chuyển động lăn của vật.
- Đặc điểm của lực ma sát lăn:
 - + Góc: trên vật chuyển động (chỗ tiếp xúc).
 - + Phương: song song (tiếp tuyến) với mặt tiếp xúc.
 - + Chiều: ngược chiều với chuyển động lăn.
 - + Độ lớn: Tỷ lệ với áp lực ở mặt tiếp xúc $F_{msl} = \mu_l N$ với $\mu_l \ll \mu_t$ là hệ số ma sát lăn.



CÂU HỎI VẬN DỤNG LÝ THUYẾT

- Câu hỏi 69.** Phát biểu định luật vạn vật hấp dẫn ? Viết biểu thức của lực hấp dẫn và kể tên các thành phần trong công thức ?
- Câu hỏi 70.** Tại sao gia tốc rơi tự do và trọng lượng của các vật càng lên cao càng giảm ?
- Câu hỏi 71.** Bạn Minh thắc mắc: Cùng bị Trái Đất hút mà sao quả táo, hòn bi, ... nếu không đỡ sẽ rơi xuống mặt đất, thế mà Mặt Trăng, các vệ tinh nhân tạo lại không rơi vào Trái Đất ?
Bạn nghĩ sao và giải thích cho Minh hiểu ?
- Câu hỏi 72.** Từ công thức định luật vạn vật hấp dẫn hãy chứng tỏ tính đúng đắn trong kết luận của Ga-li-lê ở tháp nghiêng Pi-da cách đây hơn bốn thế kỉ: gia tốc rơi của các vật khối lượng khác nhau ở cùng một nơi trên mặt đất là như nhau ?
- Câu hỏi 73.** Nêu định nghĩa trọng tâm của vật ? Em hãy nêu cách xác định trọng tâm của vật có hình dạng bất kì ?
- Câu hỏi 74.** Nêu những đặc điểm (về phương, chiều, điểm đặt) của lực đàn hồi của
- a/ Lò xo.
 - b/ Dây cao su, dây thép.
 - c/ Mặt phẳng tiếp xúc ?
- Câu hỏi 75.** Phát biểu định luật Húc và nêu các thành phần trong công thức ?
- Câu hỏi 76.** Bạn Minh nói: một lò xo dài có độ cứng k_0 , cắt một phần của nó dài l thì độ cứng của nó vẫn là k_0 . Theo bạn, điều đó đúng hay sai ?
- Câu hỏi 77.** Người thợ rèn đập búa vào đe sắt thấy đe chẳng thay đổi gì cả, mà tay búa của mình bị bật trở lại. Hỏi cái gì sinh ra phản lực của đe lên búa theo định luật III Niu-ton ?
- Câu hỏi 78.** Nêu những đặc điểm của lực ma sát trượt ?
- Câu hỏi 79.** Hệ số ma sát trượt là gì ? Nó phụ thuộc vào những yếu tố nào ? Viết công thức của lực ma sát trượt ?
- Câu hỏi 80.** Nêu những đặc điểm của lực ma sát nghỉ ? Quyển tập nằm ngang trên bàn có chịu tác dụng của lực ma sát nghỉ hay không ? Tại sao ?
- Câu hỏi 81.** Bạn Minh nói: Các lực ma sát chỉ toàn gây cản trở cho các chuyển động chả được tích sự gì. Giá mà các lực ma sát biến mất hết thì tốt biết bao. Bạn Minh nói thế có đúng không ?
- Câu hỏi 82.** Hãy lập bảng so sánh giữa lực ma sát nghỉ, ma sát trượt và ma sát lăn ?
- Câu hỏi 83.** Hãy lấy 6 ví dụ mà trong đó có 3 ví dụ lực ma sát là có lợi và 3 ví dụ mà lực ma sát có hại ?

Dạng 1. Các bài toán liên quan đến lực hấp dẫn



☞ Phương pháp

— Công thức định luật vạn vật hấp dẫn: $F_{hd} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ với $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (Nm}^2/\text{kg}^2\text{)}$.

— Thường sử dụng $F = G \frac{Mm}{R^2}$ với các vật ở gần mặt đất và M là khối lượng Trái Đất.

— Gia tốc rơi tự do ở:

+ Tại mặt đất: $g_o = G \frac{M}{R^2}$.

+ Độ cao h so với mặt đất: $g_h = G \frac{M}{(R + h)^2}$.

+ Độ sâu d so với mặt đất: $g_d = G \frac{M}{(R - d)^2}$.

☞ Lưu ý:

— Bài toán cho g_1 , hỏi g_2 thường thì lập tỉ số $\frac{g_1}{g_2}$.

— Độ lớn của lực hấp dẫn: $F_{12} = F_{21} = F_{hd} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$.

— Lực hấp dẫn cũng tuân theo nguyên lí chồng chất: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$

BÀI TẬP ÁP DỤNG

Bài 403. Biết gia tốc rơi tự do $g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ và bán kính Trái Đất $R = 6400 \text{ (km)}$.

a/ Tính khối lượng của Trái Đất ?

b/ Tính gia tốc rơi tự do ở độ cao bằng nửa bán kính Trái Đất ?

c/ Tính gia tốc rơi tự do ở độ cao 10 (km) ?

d/ Tính gia tốc rơi tự do ở độ cao bằng bán kính Trái Đất ?

e/ Tính gia tốc rơi tự do ở nơi có độ cao bằng hai lần bán kính Trái Đất ?

ĐS: a/ $6,02 \cdot 10^{24} \text{ (kg)}$. b/ $4,36 \text{ (m/s}^2\text{)}$. c/ $9,78 \text{ (m/s}^2\text{)}$. d/ $2,45 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

Bài 404. Một vật khi ở mặt đất bị Trái Đất hút một lực 72 (N) . Ở độ cao $h = \frac{R}{2}$ so với mặt đất (R là

bán kính Trái Đất), vật bị Trái Đất hút với một lực bằng bao nhiêu ? Biết gia tốc rơi tự do ở sát mặt đất bằng $10 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

ĐS: $F = 32 \text{ (N)}$.

Bài 405. Một quả cầu trên mặt đất có trọng lượng 400 (N) . Khi chuyển nó đến một điểm cách tâm Trái Đất $4R$ (R là bán kính Trái Đất) thì nó có trọng lượng bằng bao nhiêu ?

ĐS: $25(N)$.

Bài 406. Lực hút của Trái Đất đặt vào một vật ở mặt đất là $45(N)$, khi ở độ cao h là $5(N)$. Cho bán kính Trái Đất là R . Độ cao h là bao nhiêu ?

ĐS: $h = 2R$.

Bài 407. Tìm gia tốc rơi tự do ở độ cao $h = \frac{R}{4}$ (R : là bán kính Trái Đất). Cho biết trọng lực trên Trái Đất là $g_0 = 9,8(m/s^2)$.

ĐS: $6,27(m/s^2)$.

Bài 408. Cho gia tốc trọng trường ở độ cao h nào đó là $g = 4,9(m/s^2)$. Biết gia tốc trọng trường trên mặt đất là $g_0 = 9,8(m/s^2)$. Bán kính Trái Đất $R = 6400(km)$. Tính độ cao h ?

ĐS: $h = 2651(km)$.

Bài 409. Tính gia tốc rơi tự do trên mặt sao Hỏa. Biết bán kính sao Hỏa bằng $0,53$ lần bán kính Trái Đất, khối lượng sao Hỏa bằng $0,11$ khối lượng Trái Đất, gia tốc rơi tự do trên mặt đất là $10(m/s^2)$. Nếu trọng lượng của một người trên mặt đất là $450(N)$ thì trên sao hỏa có trọng lượng là bao nhiêu ?

ĐS: $3,9(m/s^2)$ và $175,5(N)$.

Bài 410. Biết gia tốc rơi tự do trên mặt đất là $g_0 = 9,8(m/s^2)$. Biết khối lượng Trái Đất gấp 81 khối lượng Mặt Trăng, bán kính Trái Đất gấp $3,7$ bán kính Mặt Trăng. Tìm gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Mặt Trăng ?

ĐS: $1,63(m/s^2)$.

Bài 411. Hỏi ở độ cao nào trên Trái Đất, trọng lực tác dụng vào vật giảm 2 lần so với trọng lực tác dụng lên vật khi đặt ở mặt đất. Cho bán kính Trái Đất là $R = 6400(km)$.

ĐS: $2651(km)$.

Bài 412. Trong một thí nghiệm, giống như thí nghiệm năm 1798 mà ông Cavendish đã xác định hằng số hấp dẫn, khối lượng của các quả cầu bằng chì nhỏ và lớn ứng với $m = 0,729(kg)$ và $M = 158(kg)$. Khoảng cách giữa chúng bằng $3(m)$. Tính lực hút giữa chúng ?

ĐS: $8,5.10^{-10}(N)$.

Bài 413. Tính lực hấp dẫn giữa hai tàu thủy, mỗi tàu có khối lượng 150000 tấn khi chúng ở cách nhau $1(km)$. Lực đó có làm chúng tiến lại gần nhau không ?

ĐS: $1,50075(N)$.

Bài 414. Một vật có khối lượng $3,6(kg)$, ở trên mặt đất có trọng lượng $36(N)$. Đưa vật lên độ cao cách mặt đất một đoạn $2R$ thì vật có trọng lượng là bao nhiêu ? Biết R là bán kính Trái Đất.

ĐS: $4(N)$.

Bài 415. Một vật ở Trái Đất có khối lượng 6 (kg). Đưa vật đó lên Mặt Trăng thì trọng lượng của vật là bao nhiêu? Lấy gia tốc trọng trường tại mặt đất là $g_{TD} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$ và gia tốc trọng trường trên Mặt Trăng bằng $\frac{1}{6}$ lần gia tốc trọng trường trên Trái Đất.

ĐS: 10 (N) .

Bài 416. Một vệ tinh nhân tạo có khối lượng 200 (kg) bay trên một quỹ đạo tròn có tâm là tâm của Trái Đất, có độ cao so với mặt đất là 1600 (km). Trái Đất có bán kính $R = 6400 \text{ (km)}$. Hãy tính lực hấp dẫn mà Trái Đất tác dụng lên vệ tinh, lấy gần đúng gia tốc rơi tự do trên mặt đất là $g_{TD} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Lực ấy có tác dụng gì?

ĐS: $F_{hd} = 1280 \text{ (N)}$.

Bài 417. Khoảng cách trung bình giữa tâm Trái Đất và Mặt Trăng bằng 60 lần bán kính Trái Đất. Khối lượng Mặt Trăng nhỏ hơn khối lượng Trái Đất 81 lần. Tại điểm nào trên đường thẳng nối tâm của chúng, lực hút của Trái Đất và Mặt Trăng tác dụng lên một vật cân bằng nhau?

ĐS: Cách tâm Trái Đất một khoảng $x = 54R$ và cách tâm Mặt Trăng một khoảng $x = 6R$.

Bài 418. Mặt Trăng quay 13 vòng quanh Trái Đất trong 1 năm. Khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trời gấp 390 lần khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trăng. Tính tỉ số khối lượng của Mặt Trời và Trái Đất?

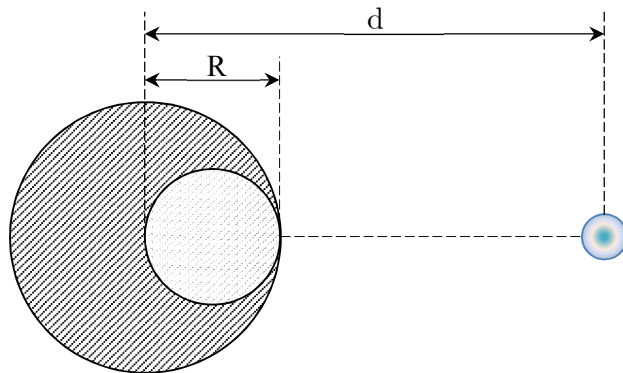
HD: Lực hấp dẫn của Trái Đất và Mặt Trời đóng vai trò là lực hướng tâm. Coi khối tâm hệ Trái Đất và Mặt Trời trùng Mặt Trời.

Bài 419. Một thang máy và tải của nó có khối lượng toàn phần là $1,6 \cdot 10^3 \text{ (kg)}$. Tìm sức căng của dây cáp treo nó, khi nó đang đi xuống với vận tốc 12 (m/s) thì bị hãm với gia tốc không đổi và dừng lại sau đoạn đường 48 (m).

ĐS: $T = 18,1 \cdot 10^3 \text{ (N)}$.

Bài 420. Trong một quả cầu bằng chì bán kính R , người ta khoét một lỗ hình cầu bán kính $\frac{R}{2}$. Tìm lực do quả cầu tác dụng lên vật nhỏ m trên đường nối tâm hai hình cầu, cách tâm hình cầu lớn một đoạn d , biết rằng khi chưa khoét quả cầu có khối lượng M .

ĐS: $F_1 = GMm \cdot \frac{7d^2 - 8dR + 2R^2}{8d^2 \left(d - \frac{R}{2} \right)^2}$.



BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

- Câu 331.** Câu nào sau đây là không đúng khi nói về lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng và do Mặt Trăng tác dụng lên Trái Đất ?
A. Hai lực này cùng phương cùng chiều. B. Hai lực này cùng phương, ngược chiều.
C. Hai lực này cùng chiều, cùng độ lớn. D. Tất cả đều sai.
- Câu 332.** Lực hấp dẫn do một hòn đá ở trên mặt đất tác dụng vào Trái Đất thì có độ lớn
A. Lớn hơn trọng lực của hòn đá. B. Nhỏ hơn trọng lực của hòn đá.
C. Bằng trọng lực của hòn đá. D. Bằng 0.
- Câu 333.** Với g_0 là gia tốc rơi tự do ở mặt đất, R và M lần lượt là bán kính và khối lượng Trái Đất. Khi đó, gia tốc trọng trường tại mặt đất được xác định bằng công thức:
A. $g_0 = \frac{M}{R^2 G}$. B. $g_0 = M \frac{R^2}{G}$. C. $g_0 = G \frac{M}{R^2}$. D. $g_0 = G \frac{R^2}{M}$.
- Câu 334.** Với g_0 là gia tốc rơi tự do ở mặt đất, R và M lần lượt là bán kính và khối lượng Trái Đất. Ở độ cao h so với mặt đất, gia tốc rơi tự do của một vật là
A. $g_h = \frac{GM}{R^2}$. B. $g_h = G \frac{M}{(R+h)^2}$. C. $g_h = g_0 \frac{R-d}{R}$. D. $g_h = g_0 \left(\frac{R}{R-h} \right)^2$.
- Câu 335.** Một vật khi ở mặt đất bị Trái Đất hút một lực $72(N)$. Ở độ cao $h = R/2$ so với mặt đất (R là bán kính Trái Đất), vật bị Trái Đất hút với một lực bằng
A. $20(N)$. B. $26(N)$. C. $32(N)$. D. $36(N)$.
- Câu 336.** Một tên lửa vũ trụ đang ở cách tâm Trái Đất $1,5 \cdot 10^5 (km)$. Cho bán kính Trái Đất là $R = 6400(N)$. Lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng lên nó ở vị trí đó nhỏ hơn so với mặt đất bằng
A. 275 lần. B. 360 lần. C. 550 lần. D. 650 lần.
- Câu 337.** Khoảng cách trung bình giữa tâm Trái Đất và tâm Mặt Trăng bằng 60 lần bán kính Trái Đất. Khối lượng Mặt Trăng nhỏ hơn khối lượng Trái Đất 81 lần. Cho bán kính Trái Đất là R. Lực hút của Trái Đất và của Mặt Trăng tác dụng vào vật cân bằng nhau tại điểm cách tâm Trái Đất một khoảng bằng
A. $54R$. B. $24R$. C. $12R$. D. $6R$.
- Câu 338.** Lực hút của Trái Đất đặt vào một vật ở mặt đất là $45(N)$, khi ở độ cao h là $5(N)$. Cho bán kính Trái Đất là R. Độ cao h là
A. $3R$. B. $2R$. C. $9R$. D. $R/3$.
- Câu 339.** Nếu bán kính của hai quả cầu đồng chất và khoảng cách giữa tâm của chúng giảm đi 2 lần, thì lực hấp dẫn giữa chúng sẽ
A. Giảm 8 lần. B. Giảm 16 lần. C. Tăng 2 lần. D. Không thay đổi.
- Câu 340.** Cho gia tốc rơi tự do ở mặt đất là $g = 9,8 (m/s^2)$, bán kính Trái Đất $R = 6400 (km)$. Ở độ cao $5 (km)$ và ở độ cao bằng nửa bán kính Trái Đất, gia tốc rơi tự do lần lượt là
A. $9,78 (m/s^2)$ và $4,90 (m/s^2)$. B. $9,82 (m/s^2)$ và $4,76 (m/s^2)$.
C. $7,63 (m/s^2)$ và $4,36 (m/s^2)$. D. $9,78 (m/s^2)$ và $4,36 (m/s^2)$.