

CHUYÊN ĐỀ: CƠ HỌC

MỤC LỤC

DẠNG 1: CHUYỂN ĐỘNG NÂNG CAO	3
1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU.....	3
a) Chuyển động cơ học.....	3
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI.....	3
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG	3
♦ PT Bài 1: Chuyển động cơ học nâng cao	3
♦ PT Bài 2: Vận tốc trung bình và các chiến lược chuyển động.....	5
♦ PT Bài 3: Tập luyện chạy việt dã.....	6
♦ PT Bài 4: Hệ thống giám sát giao thông thông minh	8
♦ PT Bài 5: Chuyển động tương đối trên dòng nước (bè và xuồng).....	9
♦ PT Bài 6: Hành trình trên tuyến lộ song hành	11
♦ PT Bài 7: Chuyển động tròn và tính tương đối của vận tốc	13
DẠNG 2: LỰC ĐẨY ARCHIMEDES VÀ CÂN BẰNG CỦA VẬT NỔI.....	15
a) HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU.....	15
b) PHƯƠNG PHÁP GIẢI	15
b) Áp suất - Bình thông nhau - Áp suất khí quyển	15
c) Lực đẩy Archimedes và Sự nổi.....	15
c) BÀI TẬP VẬN DỤNG	15
♦ PT Bài 1: Lực đẩy Archimedes và công của lực nhấn chìm.....	15
♦ PT Bài 2: Sự cân bằng của đòn bẩy trong chất lỏng	17
♦ PT Bài 3: Phao hình trụ trong hệ hai chất lỏng.....	18
♦ PT Bài 4: Hệ vật gỗ – nhôm nổi trong nước.....	20
♦ PT Bài 5: Thiết kế và hiệu chỉnh tỉ trọng kế.....	21
DẠNG 3: CÔNG, CÔNG SUẤT VÀ CƠ NĂNG.....	23
a) HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU.....	23
b) PHƯƠNG PHÁP GIẢI	24
c) BÀI TẬP VẬN DỤNG	24
♦ PT Bài 1: Phân tích chuyển động của pháo hiệu cứu sinh.....	24
♦ PT Bài 2: Mô hình tàu lượn siêu tốc thu nhỏ.....	25
♦ PT Bài 3: Môn nhảy cầu nghệ thuật.....	26
♦ PT Bài 4: Bảo toàn cơ năng trong kỹ thuật nhảy cao.....	27
♦ PT Bài 5: Năng lượng trong chuyển động của xe lăn trên đường ray.....	29
♦ PT Bài 6: Mặt phẳng nghiêng, hiệu suất và bảo toàn cơ năng.....	30
DẠNG 4: CÂN BẰNG VẬT RẮN – QUY TẮC MÔMEN.....	32

I. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU	32
2. Quy tắc Mômen lực (Điều kiện cân bằng của vật có trục quay cố định)	32
3. Các dạng cân bằng của vật rắn.....	32
4. Điều kiện cân bằng tổng quát của vật rắn.....	32
5. Lưu ý cốt lõi dành cho học sinh giỏi	32
II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI.....	33
III. BÀI TẬP VẬN DỤNG.....	33
♦ PT Bài 1: Hệ thống rào chắn tự động (barie).....	33
♦ PT Bài 2: Điều kiện an toàn của cầu tháp xây dựng	34
♦ PT Bài 3: Phân tích độ ổn định của cột đèn tín hiệu giao thông.....	36
♦ PT Bài 4: Cơ cấu đóng ngắt an toàn sử dụng lò xo xoắn	38
♦ PT Bài 5: Kỹ thuật phân bổ tải trọng trên xe tải pickup.....	39
♦ PT Bài 6: Sinh cơ học: phân tích lực kéo của cơ tam đầu.....	41
♦ PT Bài 7: Sinh cơ học: hệ thống đòn bẩy của khớp vai và cơ delta.....	43

DẠNG 1: CHUYỂN ĐỘNG NÂNG CAO**1. HỆ THỐNG LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU****a) Chuyển động cơ học**

- **Cơ bản:** Vận tốc $v = s/t$. Chuyển động đều và không đều.
- **Nâng cao:**
 - **Vận tốc trung bình (v_{tb}):** Tính trên cả quãng đường $v_{tb} = \frac{\sum s}{\sum t}$. (Lưu ý: Khác với trung bình cộng các vận tốc).
 - **Tính tương đối của chuyển động:** Công thức cộng vận tốc $\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3}$ (áp dụng cho bài toán thuyền buồm, vật chuyển động trên băng chuyền).
 - **Đồ thị:** Khai thác đồ dốc để tìm vận tốc và diện tích dưới đồ thị $v - t$ để tìm quãng đường.

2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Bước 1:** Chọn mốc tọa độ, chiều dương và mốc thời gian phù hợp.
- Bước 2:** Biểu diễn vị trí hoặc quãng đường của từng vật theo cùng một biến thời gian.
- Bước 3:** Dùng điều kiện gặp nhau, đuổi kịp, cách đều hoặc quan hệ vận tốc tương đối để lập phương trình.
- Bước 4:** Kiểm tra miền thời gian, chiều chuyển động và đơn vị của kết quả.

3. BÀI TẬP VẬN DỤNG**◆ PT | Bài 1: Chuyển động cơ học nâng cao**

Trên một đường thẳng qua trạm quan sát O, có hai xe ô tô chuyển động thẳng đều cùng chiều. Tại thời điểm $t_0 = 0$, xe thứ nhất đi ngang qua O. Tại thời điểm $t_1 = 30$ phút, xe thứ hai mới đi ngang qua O, đồng thời lúc này xe thứ nhất đã đi đến điểm A cách O một đoạn 16 km. Biết rằng đến thời điểm $t_2 = 1$ giờ 30 phút, xe thứ hai đuổi kịp xe thứ nhất tại điểm B.

- Tính vận tốc chuyển động của mỗi xe và khoảng cách từ O đến vị trí gặp nhau B.
- Tại thời điểm $t_3 = 1$ giờ, khoảng cách giữa hai xe là bao nhiêu km?
- Giả sử lúc $t_1 = 30$ phút, có một người đi xe đạp xuất phát từ một điểm C trên đoạn đường AB và luôn giữ khoảng cách cách đều hai xe ô tô nói trên trong suốt quá trình chuyển động. Hãy xác định vị trí điểm C (cách O bao xa) và vận tốc của người đi xe đạp.
- Một người khác đi xe máy từ O để đuổi theo xe thứ nhất. Để đến được vị trí B đúng lúc hai ô tô gặp nhau, người này phải xuất phát muộn hơn xe thứ nhất 30 phút. Tuy nhiên, sau khi đi được $1/3$ quãng đường OB, xe máy gặp sự cố phải dừng lại sửa trong 10 phút. Để vẫn đến B kịp lúc, người đi xe máy phải tăng vận tốc thêm bao nhiêu so với dự định?

📖 HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT**a) Tính vận tốc các xe và khoảng cách OB:**

- Vận tốc xe 1: $v_1 = \frac{s_A}{t_1} = \frac{16}{0,5} = 32$ (km/h).
- Tại thời điểm $t_2 = 1,5$ (h), quãng đường xe 1 đi được từ O là: $s_1 = v_1 \cdot t_2 = 32 \cdot 1,5 = 48$ (km).
- Vị trí gặp nhau B cách O: $OB = 48$ (km).
- Xe 2 đi quãng đường OB trong thời gian: $t'_2 = t_2 - t_1 = 1,5 - 0,5 = 1$ (h).

- Vận tốc xe 2: $v_2 = \frac{OB}{t'_2} = \frac{48}{1} = 48$ (km/h).

b) Khoảng cách giữa hai xe tại $t_3 = 1$ (h):

- Vị trí xe 1 cách O: $x_1 = v_1 \cdot t_3 = 32 \cdot 1 = 32$ (km).

- Xe 2 đã đi được thời gian: $t'_3 = 1 - 0,5 = 0,5$ (h).

- Vị trí xe 2 cách O: $x_2 = v_2 \cdot t'_3 = 48 \cdot 0,5 = 24$ (km).

- Khoảng cách hai xe: $\Delta s = |x_1 - x_2| = |32 - 24| = 8$ (km).

c) Xác định vị trí C và vận tốc xe đạp (v_3):

- Lúc $t_1 = 0,5$ (h), xe 1 ở cách O 16 km ($x_{1A} = 16$), xe 2 ở O ($x_{2O} = 0$).

- Để xe đạp ở C cách đều hai xe lúc này: $x_C = \frac{x_{1A} + x_{2O}}{2} = \frac{16 + 0}{2} = 8$ (km). Vậy C cách O là 8 km.

- Để luôn cách đều hai xe, xe đạp phải có vận tốc là trung bình cộng vận tốc hai ô tô: $v_3 = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{32 + 48}{2} = 40$ (km/h).

d) Tính vận tốc tăng thêm của xe máy:

*** Tính vận tốc dự định của người đi xe máy:**

- Người này xuất phát muộn hơn xe thứ nhất 30 phút = 0,5 h.

- Vì xe thứ nhất xuất phát lúc $t_0 = 0$, nên thời điểm xe máy xuất phát là: $t_{xm} = 0,5$ h.

- Để đến B đúng lúc hai ô tô gặp nhau ($t_2 = 1,5$ h), thời gian dự định đi của xe máy là:

$$\Delta t_{dd} = 1,5 - 0,5 = 1 \text{ (giờ)}$$

- Vận tốc dự định của xe máy là:

$$v_m = \frac{OB}{\Delta t_{dd}} = \frac{48}{1} = 48 \text{ (km/h)}$$

*** Giai đoạn thực tế trước khi gặp sự cố:**

- Người đó đi được $1/3$ quãng đường OB : $s_1 = \frac{1}{3} \cdot 48 = 16$ (km).

- Thời gian đi quãng đường này là: $t_1 = \frac{s_1}{v_m} = \frac{16}{48} = \frac{1}{3}$ (giờ).

*** Giai đoạn gặp sự cố:**

- Thời gian sửa xe: $t_{sua} = 10 \text{ phút} = \frac{1}{6}$ (giờ).

*** Giai đoạn còn lại để kịp giờ:**

- Quãng đường còn lại: $s_2 = OB - s_1 = 48 - 16 = 32$ (km).

- Tổng thời gian đã mất (đi + sửa): $T_{da_mat} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$ (giờ).

- Thời gian còn lại để đi cho kịp dự định:

$$\Delta t_{cl} = \Delta t_{dd} - T_{da_mat} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \text{ (giờ)}$$

- Vận tốc thực tế người đó phải đi trên quãng đường còn lại:

$$v'_m = \frac{s_2}{\Delta t_{cl}} = \frac{32}{0,5} = 64 \text{ (km/h)}$$

*** Kết luận:**

- Vận tốc người đó phải tăng thêm là:

$$\Delta v = v'_m - v_m = 64 - 48 = 16 \text{ (km/h)}$$

⚠ LƯU Ý CHO HỌC SINH

a) Mốc thời gian: Đây là điểm dễ sai nhất. Trong bài này có nhiều mốc ($t_0, t_1, t_{xm}...$). Học sinh nên vẽ trục thời gian hoặc luôn kiểm tra "Thời gian thực tế chuyển động = Thời điểm hiện tại - Thời điểm xuất phát".

b) Tính chất "luôn cách đều": Khi một vật C luôn cách đều hai vật A và B đang chuyển động, thì vật C sẽ có vận tốc bằng trung bình cộng vận tốc của A và B: $v_C = \frac{v_A + v_B}{2}$. Đây là một "mẹo" giải nhanh trắc nghiệm rất hữu ích.

c) Bài toán biến cố trên đường: Với dạng xe hỏng hoặc dừng lại (Câu 4), hãy luôn chia lộ trình thành các giai đoạn nhỏ. Chìa khóa là: "Thời gian còn lại = Tổng thời gian dự định - Thời gian đã đi - Thời gian dừng".

◆ PT | Bài 2: Vận tốc trung bình và các chiến lược chuyển động

Hai bạn học sinh An và Bình cùng tham gia một thử thách đạp xe từ vị trí A đến vị trí B trên một đoạn đường thẳng dài $AB = 12$ km. Cả hai cùng xuất phát một lúc với hai chiến lược chuyển động khác nhau:

- An (xe 1): Đi nửa quãng đường đầu với vận tốc $v_1 = 10$ km/h và nửa quãng đường sau với vận tốc $v_2 = 15$ km/h.

- Bình (xe 2): Đi trong nửa thời gian đầu với vận tốc $v_1 = 10$ km/h và nửa thời gian sau với vận tốc $v_2 = 15$ km/h.

a) Tính vận tốc trung bình của mỗi bạn trên cả quãng đường AB. Ai là người đến B trước?

b) Tìm khoảng cách giữa hai bạn khi người đến trước vừa chạm đích B.

c) Khi An (xe 1) đi được nửa quãng đường đầu thì một người thứ ba đi xe máy xuất phát từ A với vận tốc không đổi v_3 . Tìm v_3 để người này đến B trước An đúng 6 phút.

d) Giả sử khi Bình đã đến B, bạn ấy sực nhớ mình bỏ quên tài liệu tại trạm dừng nghỉ đúng giữa quãng đường AB nên lập tức quay lại lấy với vận tốc không đổi $v_2 = 15$ km/h. Cùng lúc đó, An vẫn đang tiếp tục đi về đích B với vận tốc 15 km/h. Hỏi hai bạn gặp nhau lần thứ hai tại vị trí cách đích B bao xa?

📖 HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

a) Tính vận tốc trung bình và so sánh thời gian:

- Đối với An (xe 1):

+ Thời gian đi nửa đầu: $t_{11} = \frac{s}{2v_1} = \frac{12}{2 \cdot 10} = 0,6$ (h).

+ Thời gian đi nửa sau: $t_{12} = \frac{s}{2v_2} = \frac{12}{2 \cdot 15} = 0,4$ (h).

+ Tổng thời gian của An: $T_1 = t_{11} + t_{12} = 1$ (h).

+ Vận tốc trung bình của An: $v_{tb1} = \frac{s}{T_1} = \frac{12}{1} = 12$ (km/h).

- Đối với Bình (xe 2):

+ Ta có: $s = \frac{T_2}{2} \cdot v_1 + \frac{T_2}{2} \cdot v_2 = \frac{T_2}{2} (v_1 + v_2)$.

+ Tổng thời gian của Bình: $T_2 = \frac{2s}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 12}{10 + 15} = 0,96$ (h).

+ Vận tốc trung bình của Bình: $v_{tb2} = \frac{10 + 15}{2} = 12,5$ (km/h).

♦ PT | Bài 7: Sinh cơ học: hệ thống đòn bẩy của khớp vai và cơ delta

Một người phụ nữ thực hiện bài tập giữ một quả cầu vật lý bằng một tay, toàn bộ cánh tay giữ nằm ngang. Trong trạng thái này, cơ Delta bám vào xương cánh tay tại A đóng vai trò giữ cho toàn bộ cánh tay không bị đổ xuống dưới tác dụng của trọng lực.

- Khối lượng các bộ phận và vị trí trọng tâm tính từ khớp vai O:

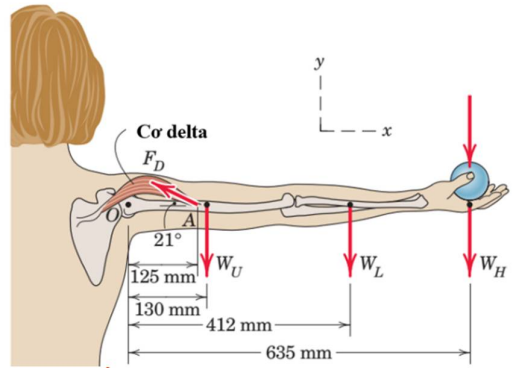
+ Cánh tay trên: $m_U = 1,9$ kg, cách O một đoạn $d_U = 130$ mm.

+ Cẳng tay: $m_L = 1,1$ kg, cách O một đoạn $d_L = 412$ mm.

+ Bàn tay: $m_H = 0,4$ kg, cách O một đoạn $d_H = 635$ mm.

- Quả cầu có khối lượng $m_S = 3,6$ kg, đặt tại lòng bàn tay (cùng vị trí $d_H = 635$ mm).

- Cơ Delta tác dụng một lực kéo F_D tại điểm A cách O một đoạn $d_A = 125$ mm, phương của lực hợp với cánh tay một góc 21° .



a) Tính tổng mômen của trọng lực (bao gồm các phần cánh tay và quả cầu) tác dụng lên hệ đối với tâm quay tại khớp vai O.

b) Xác định độ lớn lực kéo F_D của cơ Delta để cánh tay giữ được trạng thái thẳng bằng nằm ngang.

c) Tính các thành phần phản lực R_{Ox} (lực nén dọc xương) và R_{Oy} (phản lực thẳng đứng) tại chốt O.

d) Nếu người này mỏi và hạ thấp cánh tay xuống một góc 30° so với phương ngang (giữ nguyên các góc bám của cơ và tư thế tay), mômen của trọng lực quả cầu đối với khớp vai O thay đổi như thế nào? Từ đó giải thích tại sao khi mỏi tay ta thường có xu hướng buông thông tay xuống.

ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

- **Phân tích hệ lực:** Đây là hệ đòn bẩy với một lực phát động (F_D) và bốn lực cản (các trọng lực W).

- **Xử lý lực xiên:** Lực F_D không vuông góc với cánh tay, cần phân tích thành $F_y = F_D \cdot \sin 21^\circ$ (tạo mômen nâng) và $F_x = F_D \cdot \cos 21^\circ$ (lực nén vào khớp).

- **Hệ thức Mômen:** $\sum M_{(W)} = M_{(F_y)}$.

- **Cân bằng lực:** $\sum F_x = 0$ và $\sum F_y = 0$ để tìm phản lực tại khớp.

GIẢI CHI TIẾT

a) Tính các trọng lực tác dụng ($P = 10 \cdot m$):

- Trọng lượng cánh tay trên: $P_U = 10 \cdot 1,9 = 19$ N

- Trọng lượng cẳng tay: $P_L = 10 \cdot 1,1 = 11$ N

- Trọng lượng bàn tay: $P_H = 10 \cdot 0,4 = 4$ N

- Trọng lượng quả cầu: $P_S = 10 \cdot 3,6 = 36$ N

b) Sơ đồ mô hình hóa (Sơ đồ vật tự do):

Coi cánh tay là một thanh nằm ngang quay quanh O . Các trọng lực hướng xuống, thành phần nâng của cơ Delta hướng lên.

a) Tính tổng Mômen của trọng lực (M_P):

Cánh tay đòn là khoảng cách ngang từ O đến điểm đặt lực (đổi sang mét):

$$M_P = (P_U \cdot 0,130) + (P_L \cdot 0,412) + (P_H \cdot 0,635) + (P_S \cdot 0,635)$$

$$M_P = (19 \cdot 0,130) + (11 \cdot 0,412) + (4 \cdot 0,635) + (36 \cdot 0,635)$$

$$M_P = 2,47 + 4,532 + 2,54 + 22,86 = 32,402 \text{ N.m}$$

b) Tính lực kéo F_D của cơ Delta:

Thành phần lực có ích để nâng tay là $F_y = F_D \cdot \sin 21^\circ$.

Áp dụng quy tắc Mômen tại O :

$$M_{F_y} = M_P \Rightarrow (F_D \cdot \sin 21^\circ) \cdot d_A = 32,402$$

Với $\sin 21^\circ \approx 0,358$ và $d_A = 0,125 \text{ m}$:

$$(F_D \cdot 0,358) \cdot 0,125 = 32,402$$

$$F_D \cdot 0,04475 = 32,402 \Rightarrow F_D \approx 724,07 \text{ N}$$

c) Tính các thành phần phản lực tại khớp vai O :

- Theo phương nằm ngang (x): Phản lực R_{Ox} cân bằng với thành phần nằm ngang của lực cơ.

$$R_{Ox} = F_D \cdot \cos 21^\circ = 724,07 \cdot 0,934 \approx 676,28 \text{ N}$$

- Theo phương thẳng đứng (y): Tổng lực hướng lên bằng tổng lực hướng xuống.

$$R_{Oy} + (F_D \cdot \sin 21^\circ) = P_U + P_L + P_H + P_S$$

$$R_{Oy} + 259,22 = 19 + 11 + 4 + 36 = 70$$

$$R_{Oy} = 70 - 259,22 = -189,22 \text{ N}$$

(Dấu "-" cho biết phản lực tại khớp thực tế hướng xuống dưới).

d) Biện luận khi hạ tay xuống góc 30° :

Khi tay hạ xuống, cánh tay đòn của quả cầu trở thành $d'_S = 0,635 \cdot \cos 30^\circ$.

Vì $\cos 30^\circ \approx 0,866 < 1$ nên cánh tay đòn giảm $\rightarrow$ Mômen cần giảm.

$\Rightarrow$ Cơ Delta cần ít lực hơn, giúp người đó bớt mỏi tay hơn.

LƯU Ý CỐT LÕI DÀNH CHO HỌC SINH GIỎI

- **Mô hình hóa:** Khi giải các bài toán y sinh, bước đầu tiên là thay thế các bộ phận cơ thể bằng các đoạn thẳng và các vector lực tương ứng.

- **Lực nén khớp:** Nhấn mạnh rằng R_{Ox} (hơn 670 N) chính là áp lực nén lên xương. Dù ta chỉ cầm quả cầu 3,6 kg, nhưng khớp vai phải chịu tải trọng tương đương 67 kg do đặc điểm bám sát của cơ Delta.

- **Ý nghĩa phản lực âm:** Giải thích cho các em rằng nếu khớp không "ghì" xương lại (phản lực hướng xuống), lực kéo quá mạnh của cơ Delta sẽ làm xương cánh tay trượt khỏi ổ khớp vai hướng lên trên.