

## **HƯỚNG ỨNG NĂM VẬT LÝ QUỐC TẾ**

### **CUỘC DU HÀNH VÀO LỖ ĐEN**

*Kip Thorne*

*(tiếp theo kỳ trước)*

#### **Gargantua**

Hơn bốn mươi năm sau (tính theo hệ thời gian của con tàu vũ trụ), con tàu của bạn giảm tốc độ để tiến vào vùng lân cận của Gargantua. Phía trên đầu bạn bây giờ là quasar 3C273, với hai chùm sáng xanh chói loà rực rỡ phóng ra từ tâm của nó; bên dưới là địa ngục đen ngòm của lỗ đen Gargantua. Rơi vào quỹ đạo tròn xung quanh Gargantua và thực hiện những phép đo cần thiết, bạn khẳng định rằng khối lượng của nó lớn gấp 15 nghìn tỉ lần khối lượng Mặt Trời. Bạn còn quan sát được nó đang quay rất chậm, rất chậm, và từ những số liệu này, bạn tính được chu vi đường chân trời của nó là 29 năm ánh sáng. Cuối cùng thì đây cũng là một lỗ đen có vùng lân cận mà bạn có thể khám phá và tìm hiểu trong khi chỉ phải chịu đựng một lực thủy triều rất nhỏ và những gia tốc không quá lớn! Độ an toàn của quá trình khám phá được bảo đảm đến mức bạn quyết định đưa cả con tàu vũ trụ xuống gần lỗ đen thay vì chỉ sử dụng những thiết bị thăm dò đơn giản như trước đây.

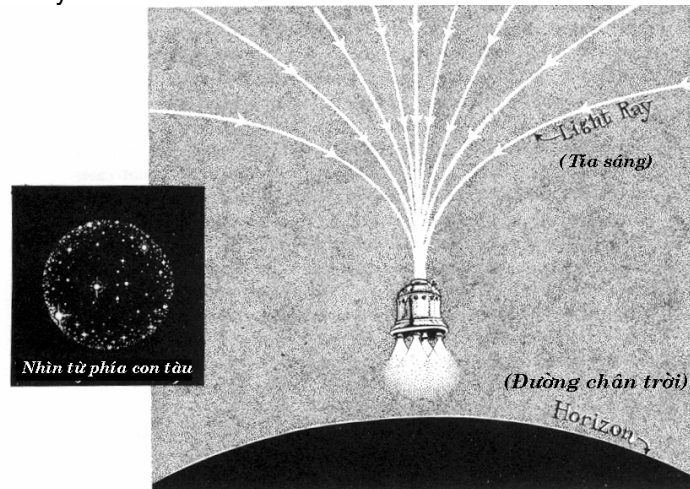
Tuy nhiên, trước khi bắt đầu hạ xuống, bạn phải ra lệnh cho phi hành đoàn chụp ảnh quasar khổng lồ phía trên, cùng với hàng nghìn tỷ ngôi sao đang quay quanh Gargantua, và hàng tỷ thiên hà rải rác trên khắp bầu trời. Họ cũng chụp luôn cả chiếc đĩa đen tuyền của Gargantua ngay bên dưới; nó có kích thước khoảng bằng Mặt Trời khi nhìn từ Trái Đất. Thoạt nhìn, nó dường như hút hết ánh sáng từ tất cả các vì sao, các thiên hà phía sau lỗ đen. Nhưng quan sát kỹ hơn một chút, phi hành đoàn của bạn khám phá ra rằng trường hấp dẫn của lỗ đen đã xử sự như một thấu kính làm lệch đường đi của các tia sáng phát ra từ những vì sao và thiên hà xung quanh biên giới của đường chân trời và hội tụ chúng vào một vành sáng mảnh tại mép của chiếc đĩa đen đó. Tại đó, trong vành sáng này, bạn thấy một số ảnh của mỗi ngôi sao bị che khuất: một ảnh tạo ra bởi những tia sáng bị uốn cong ở rìa bên trái của lỗ đen, một ảnh khác bởi những tia bị uốn cong ở rìa bên phải, ảnh thứ ba do những tia bị kéo quay đủ một vòng xung quanh lỗ đen rồi được giải phóng đi theo hướng về phía bạn, ảnh thứ tư do những tia quay vòng quanh lỗ đen trọn hai vòng, ba vòng, v.v. Kết quả là một vành sáng có cấu trúc vô cùng phức tạp, mà phi hành đoàn của bạn đã chụp rất chi tiết nhằm phục vụ cho những nghiên cứu trong tương lai.

Sau khi việc chụp ảnh hoàn tất, bạn ra lệnh cho Kares khởi đầu công đoạn hạ xuống gần lỗ đen. Nhưng bạn phải thật kiên nhẫn. Lỗ đen quả là khổng lồ, tăng tốc và sau đó là giảm tốc với độ lớn 1-g, sẽ phải mất khoảng 13 năm con tàu mới đạt đến cái đích mà bạn đã đặt ra, 1,0001 lần chu vi đường chân trời!

Khi con tàu hạ thấp xuống, phi hành đoàn của bạn thực hiện những ghi nhận hình ảnh về sự thay đổi diện mạo của bầu trời xung quanh con tàu vũ trụ. Đáng ghi nhớ nhất là sự thay đổi trong chiếc đĩa đen xi của lỗ đen ở phía dưới con tàu: nó dần dần lớn lên. Bạn mong đợi nó sẽ ngừng to lên khi nó đã bao phủ gần hết bầu trời phía dưới giống như một nền nhà màu đen vĩ đại, trong khi bầu trời phía trên vẫn trong sáng như ở trên Trái Đất. Nhưng thực tế không phải như vậy; cái đĩa đen xi vẫn liên tục lớn lên, đung đưa xung quanh các phía của con tàu để rồi bao trùm lên tất cả, chỉ trừ một khoảng sáng tròn trĩnh ở phía trên, một cửa sổ mà qua đó bạn nhìn thấy được vũ trụ bên ngoài (hình dưới). Nó giống như cảm giác của bạn khi bước vào một hang động và mỗi lúc một dần dần sâu vào bên trong, nhìn thấy miệng hang cứ nhỏ dần theo khoảng cách.

Trong sự bối rối và sợ hãi dâng lên cao độ, bạn gọi DAWN: “Có phải Kares đã tính nhầm đường đi của chúng ta không? Có phải chúng ta đã vượt qua đường chân trời rồi không? Chúng ta sắp tận số rồi sao???!?”

“Tikhii, tikhii,” - cô ta lại trả lời một cách nhẹ nhàng. “Chúng ta vẫn an toàn; chúng ta vẫn ở bên ngoài đường chân trời. Bóng tối đã bao trùm gần hết bầu trời chỉ bởi vì hiệu ứng thấu kính quá mạnh của trường hấp dẫn của lỗ đen mà thôi. Hãy nhìn kia, nơi mũi tên của tôi chỉ đến, gần chính giữa đỉnh đầu; đó là thiên hà 3C295. Trước khi anh bắt đầu tiến sâu vào, nó ở vị trí nằm ngang với chúng ta, tức là 90 độ so với thiên đỉnh. Nhưng ở đây gần với đường chân trời của Gargantua, trường hấp dẫn của lỗ đen kéo quá mạnh, làm cho các tia sáng phát ra từ 3C295 bị uốn cong từ phương nằm ngang thành gần như thẳng đứng. Kết quả là 3C295 dường như là ở ngay trên đầu chúng ta như anh đã thấy.”



**Hình vẽ.** Tàu vũ trụ đang lơ lửng phía trên đường chân trời của lỗ đen, và đường truyền của các tia sáng tới từ những thiên hà xa xôi. Trường hấp dẫn của lỗ đen bẻ cong những tia sáng này xuống dưới (“hiệu ứng thấu kính hấp dẫn”), làm cho những người quan sát trên tàu thấy dường như những tia sáng này tập trung ở một đốm sáng tròn phía trên đầu.

Tĩnh tâm trở lại, bạn tiếp tục quá trình hạ thấp xuống. Trên màn hình máy tính thể hiện sự tiến triển của cuộc hành trình theo hàm của cả quãng đường đi được theo phương bán kính (xuống dưới) và chu vi của đường tròn bao quanh lỗ đen mà vị trí của bạn đi qua. Trong giai đoạn đầu, cứ di chuyển được một kilômét theo phương bán kính, thì chu vi của chuyển động quỹ đạo của bạn lại giảm đi 6,283185307...kilômét. Tỷ số giữa độ giảm của chu vi và độ giảm bán kính là 6,283185307 kilômét/1kilomet, chính là bằng  $2\pi$ , đúng như công thức chuẩn trong hình học Euclid. Nhưng bây giờ, khi con tàu của bạn đến gần đường chân trời, tỷ số giữa độ giảm chu vi và độ giảm bán kính trở nên nhỏ hơn rất nhiều so với  $2\pi$ : Nó là 5,960752960 ở 10 lần chu vi đường chân trời; 4,442882938 ở 2 lần chu vi đường chân trời; 1,894451650 ở 1.1 chu vi đường chân trời; 0,625200306 ở 1.01 chu vi đường chân trời. Sự sai lệch so với hình học Euclid mà ta đã được học ở THCS chỉ có thể xảy ra trong một không gian cong; vậy là bạn đang tận mắt nhìn thấy sự cong, mà thuyết tương đối rộng của Einstein tiên đoán, phải kéo theo lực thủy triều của lỗ đen.

Trong giai đoạn cuối quá trình hạ thấp của con tàu, Kares hãm các động cơ ngày càng vất vả để có thể làm chậm lại sự rơi của nó. Và cuối cùng thì tàu vũ trụ cũng đã bay lơ lửng tại đường chu vi 1.0001 lần chu vi đường chân trời, động cơ hoạt động với gia tốc bằng 10 lần g để giữ cho nó chống lại được trường hấp dẫn mãnh liệt của lỗ đen. Trong 1 kilômét cuối cùng của chuyển động theo phương bán kính, độ giảm của chu vi chỉ là 0,062828712 kilômét.

Cố hết sức để nâng tay lên chống lại một lực 10-g đau đớn, phi hành đoàn của bạn hướng camera của kính viễn vọng để thực hiện một phiên chụp ảnh dài và chi tiết. Ngoại trừ những dải bức xạ yếu từ mọi hướng xung quanh bạn phát ra từ các va chạm nảy lửa của hàng triệu triệu phân tử khí đang bay vào lỗ đen, thì chỉ có sóng điện từ được ghi nhận từ đốm sáng ở phía trên đầu bạn. Đốm sáng này nhỏ, với góc nhìn có lẽ chỉ khoảng 3 độ, gấp 6 lần đường kính góc của Mặt Trời khi quan sát từ Trái Đất. Nhưng ép chặt trong đó là ảnh của tất cả những vì sao quay quanh Gargantua, và tất cả những thiên hà trong Vũ Trụ. Tại chính giữa tâm là những thiên hà thực sự nằm trên đỉnh đầu. Năm mươi lăm phần trăm nguyên nhân tạo ra những đốm sáng này là ảnh của các thiên hà như 3C295, mà nếu không có hiệu ứng thấu kính của lỗ đen chúng sẽ nằm theo phương ngang, tức là 90 độ tính từ thiên đỉnh. Ba mươi lăm phần trăm là ảnh của các thiên hà mà bạn biết là chúng nằm trên mặt đối diện của lỗ đen đối với bạn, thẳng ngay phía dưới bạn. Ba mươi phần trăm ngoài cùng của đốm sáng là ảnh phụ thứ hai của mỗi thiên hà; và trong vòng ngoài cùng có 2 phần trăm là ảnh thứ ba!

Một điểm đặc biệt nữa là màu sắc của tất cả các vì sao và thiên hà đều bị sai lệch. Một thiên hà mà bạn biết chắc là nó có màu xanh lá cây giờ lại phát ra những tia X có bước sóng dài: trường hấp dẫn của Gargantua, khi kéo những bức xạ của thiên hà này xuống phía bạn, đã làm cho các bức xạ này có thêm năng lượng bằng cách giảm bước sóng của chúng từ  $5.10^{-7}$  mét (màu xanh lá cây) thành  $5.10^{-9}$  mét (tia X). Và tương tự, đĩa ngoài của quasar 3C273, mà bạn đã biết là phát ra những bức xạ hồng ngoại có bước sóng  $5.10^{-5}$  mét, thì lại xuất hiện với màu xanh lá cây có bước sóng  $5.10^{-7}$  mét.

Sau khi ghi hình một cách tỉ mỉ và kỹ lưỡng những chi tiết của đốm sáng phía trên, bạn chuyển sự chú ý của mình sang không gian bên trong con tàu quen thuộc. Bạn thầm mong đợi rằng, tại đây, rất gần với đường chân trời của lỗ đen, các định luật vật lý sẽ thay đổi theo một cách nào đó, và những thay đổi này sẽ ảnh hưởng đến tình trạng sinh lý của bạn và phi hành đoàn. Nhưng không. Bạn nhìn trợ lý thân cận nhất của mình, Kares; cô ấy vẫn bình thường. Bạn quay sang quan sát cộng sự thứ hai, Bret; anh ta cũng hoàn toàn bình thường. Bạn thử chạm tay vào họ; và bạn cũng cảm thấy rất bình thường. Bạn uống một cốc nước lọc; ngoài những hiệu ứng gây ra bởi môi trường gia tốc 10-g thì nước chảy ra một cách vô cùng bình thường. Kares bật một đèn laser ion Argon; nó vẫn phát ra những chùm laser màu xanh rực rỡ hết như bao lần khác. Bret khởi động máy phát laser ruby và tắt ngay, sau đó đo thời gian mà xung ánh sáng truyền đến một chiếc gương rồi phản xạ trở lại; từ phép đo này, anh ta tính tốc độ truyền của ánh sáng. Kết quả một cách tuyệt đối giống với những gì đã diễn ra trong một phòng thí nghiệm đặt tại Trái Đất: 299.792 km/s.

Mọi thứ trong con tàu đều bình thường, hoàn toàn giống như nó đang đứng im trên bề mặt của một hành tinh lớn với trường hấp dẫn 10-g. Nếu bạn không nhìn ra bên ngoài con tàu và quan sát đốm sáng kỳ quái phía trên đầu mình cũng như bóng đêm bị nhấn chìm xung quanh, có lẽ bạn không thể biết được rằng mình đang ở gần đường chân trời của một lỗ đen hay ở gần bề mặt của một hành tinh – hay có thể nói là bạn gần như không thể biết được. Lỗ đen làm cong không thời gian ở bên trong con tàu cũng chẳng khác gì ở bên ngoài, nên với những dụng cụ đủ chính xác bạn có thể xác định được độ cong đó; thí dụ, bằng cách xác định sức kéo của lực thủy triều giữa đầu và chân bạn. Nhưng trong khi độ cong là rất đáng kể ở thang chu vi 300 nghìn tỷ ki lô mét của đường chân trời, thì hiệu ứng của nó lại rất nhỏ ở thang 1 kilômét nhỏ bé của con tàu; độ cong này gây ra lực thủy triều giữa đầu này và đầu kia của con tàu chỉ khoảng một phần trăm nghìn tỷ gia tốc trọng trường Trái Đất ( $10^{-14}$  g), và giữa đầu và chân của bạn thì lại còn nhỏ hơn một nghìn lần nữa!

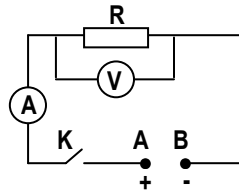
*Cao Vũ Nhân (Lược dịch)*

## CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

TNCS1/25. Trong sơ đồ mạch điện để khảo sát sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế giữa hai đầu dây dẫn R (hình vẽ) thì:

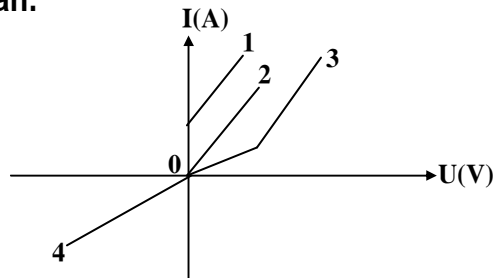
- A. Khoá K có thể mắc trước hoặc sau dây dẫn.
- B. Ampe kế A có thể mắc nối tiếp hoặc song song với dây.
- C. Vôn kế V có thể mắc song song hoặc nối tiếp với dây dẫn.
- D. Giữ nguyên vị trí của dây dẫn và các dụng cụ đo, thì đổi cực của nguồn điện cũng không ảnh hưởng đến kết quả đo.

Chỉ ra đúng, sai trong các kết luận trên.



TNCS2/25. Các đường 1, 2, 3 và 4 là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế giữa hai đầu vật đo như hình vẽ. Từ đồ thị ta có kết luận:

- A. Vật 1, 2 và 4 là dây dẫn.
- B. Vật 2, 3 và 4 là dây dẫn.
- C. Vật 2 và 4 là dây dẫn.
- D. Vật 2 là dây dẫn.



TNCS3/25. Khi mắc dây dẫn vào hiệu điện thế 16V thì cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn đó tăng thêm 2A thì hiệu điện thế đặt vào dây dẫn khi đó sẽ là:

- A. 32V
- B. 64V
- C. 80V
- D. 128V

TNCS4/25. Điện trở  $R_1 = 25\Omega$  chịu được dòng điện lớn nhất là 200mA. Điện trở  $R_2 = 15\Omega$  chịu được dòng điện lớn nhất là 0,5A. Đoạn mạch gồm hai điện trở trên mắc nối tiếp sẽ chịu được hiệu điện thế lớn nhất là:

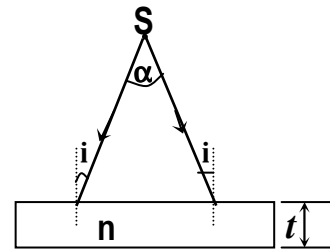
- A. 28V    B. 20V    C. 12,5V    D. 8V

TNCS5/25. Có hai loại điện trở là  $2\Omega$  và  $4\Omega$ . Người ta ghép nối tiếp cả hai loại điện trở trên để được điện trở tương đương là  $20\Omega$ . Số điện trở phải dùng ít nhất là:

- A. 10 chiếc    B. 8 chiếc    C. 6 chiếc    D. 5 chiếc

### TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/25. Một chùm tia sáng phân kì từ nguồn sáng điểm S, có góc mở  $\alpha$ , chiếu tới một bản thủy tinh hai mặt song song như hình vẽ bên. Góc tới của các tia ngoài cùng của chùm tia bằng  $i$ . Biết độ dày của bản là  $t$  và chiết suất bằng  $n$ . Góc mở của chùm tia ló sẽ là:



- A) 0  
B)  $\alpha$   
C)  $\arcsin(1/n)$   
D)  $2.\arcsin(1/n)$

TN2/25. Một gương cầu lõm được đặt trên mặt bàn nằm ngang, quay bề lõm lên trên sao cho trục chính của nó hướng thẳng đứng. Ký hiệu O là đỉnh gương, C là tâm gương. Một nguồn sáng điểm đặt ở tâm C cho ảnh thật trùng với chính nó. Nếu bây giờ đổ nước đầy gương thì ảnh sẽ:

- A) là ảnh thực nằm ở C  
B) là ảnh thực nằm giữa C và vô cùng.  
C) là ảnh ảo nằm giữa C và O  
D) là ảnh thực nằm giữa C và O  
E) là ảnh ảo nằm giữa C và vô cùng.

TN3/25. Ở một đài thiên văn có một kính thiên văn lớn, tiêu cự của vật kính bằng 19 m và của thị kính bằng 1,0 cm. Người ta dùng kính đó quan sát mặt trăng và điều chỉnh để ngắm chừng ở vô cực. ảnh của mặt trăng tạo bởi vật kính có đường kính bằng bao nhiêu? Biết đường kính của mặt trăng là  $3,5.10^6$  m và bán kính quỹ đạo của mặt trăng quay xung quanh Trái Đất là  $3,8.10^8$  m

- A) 10 cm  
B) 12,5 cm  
C) 15 cm  
D) 17,5 cm.

TN4/25 Một kính thiên văn gồm vật kính tiêu cự  $f_0$  và kính mắt tiêu cự 5 cm. (cả hai đều là thấu kính hội tụ). Khi điều chỉnh để ngắm chừng vật ở vô cực thì kính mắt cách vật kính 85 cm.. Hãy cho biết cặp nào sau đây về vị trí của ảnh và độ lớn tiêu cự  $f_0$  là đúng:

- A) cách mắt 90 cm; 80 cm
- B) ở vô cực; 80 cm
- C) ở vô cực; 90 cm
- D) ở điểm cực cận của mắt; 80 cm
- E) ở điểm cực cận của mắt; 90 cm.

TN5/25. Một thấu kính hội tụ dùng làm kính lúp. Nếu đặt mắt sát kính để quan sát vật nhỏ thì muốn độ bội giác cực đại phải đặt thấu kính sao cho:

- A) vật ở ngay trên tiêu điểm chính của thấu kính
- B) ảnh nằm ở điểm cực viễn của mắt
- C) ảnh nằm trong mặt phẳng tiêu diện của thấu kính
- D) ảnh nằm ở điểm cực cận của mắt.
- E) ảnh phải cách thấu kính một đoạn nhỏ hơn tiêu cự.

Chú ý: Hạn cuối cùng nhận đáp án là ngày 5/11/2005.

## **GIỚI THIỆU CÁC ĐỀ THI**

### **ĐÁP ÁN TÓM TẮT ĐỀ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA LỚP 12 THPT NĂM 2005, MÔN VẬT LÝ, BẢNG A**

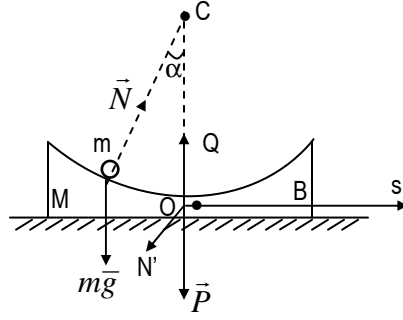
#### **Ngày thi thứ nhất**

**Bài I. 1. a)** Khi bán kính nối vật với tâm lệch góc  $\alpha$  (nhỏ) :  $\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$  (1)

Chiếu (1) lên trục Os (coi như vuông góc với bán kính):  $-mgs/R = ms''$

$$\Rightarrow s'' + \omega^2 s = 0 \text{ với } \omega = \sqrt{g/R}.$$

Vậy A dao động điều hoà với  $T = 2\pi\sqrt{R/g}$



**b)** Chiếu (1) trên phương bán kính:  $N = mg \cos \alpha + mv^2 / R$ .

Theo định luật bảo toàn năng lượng:  $mv^2 / 2 = mgR(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$ ;

$$\Rightarrow N = 3mg \cos \alpha - 2mg \cos \alpha_0$$

**c)** Ta có:  $N_x = N \sin \alpha = 1,5mg \sin 2\alpha - 2mg \cos \alpha_0 \sin \alpha$ .

Áp lực của M lên sàn là:  $Q = Mg + N \cos \alpha = Mg + 3mg \cos^2 \alpha - 2mg \cos \alpha_0 \cos \alpha$ .

Điều kiện để B đứng yên là:  $N_x \leq kQ$  với mọi  $\alpha \leq \alpha_0$ .

Với  $\alpha$  nhỏ:  $N_x \approx (3mg - 2mg \cos \alpha_0)\alpha$  tỷ lệ với  $\alpha$  nên có giá trị cực đại khi  $\alpha = \alpha_0$ .

Do đó:  $N_{x \max} = (3mg \cos \alpha_0 - 2mg \cos \alpha_0) \sin \alpha_0 = mg \cos \alpha_0 \sin \alpha_0$

$$\frac{dQ}{mgd\alpha} = 2(\cos \alpha_0 - 3 \cos \alpha) \sin \alpha < 0 \text{ luôn có giá trị âm nên } Q \text{ nghịch biến với } \alpha.$$

Vậy  $Q_{\min} = Mg + mg \cos^2 \alpha_0$  khi  $\alpha = \alpha_0$ .

$$\text{Mặt khác, ta có } k \geq N_x / Q \Rightarrow k \geq N_{x \max} / Q_{\min} \Rightarrow k_{\min} = \frac{m \cos \alpha_0 \sin \alpha_0}{M + m \cos^2 \alpha_0}.$$

Nếu thay  $\cos \alpha_0 \approx 1 - \alpha_0^2 / 2$  và  $\sin \alpha_0 \approx \alpha_0$ , ta được:

$$k_{\min} = \frac{m \alpha_0}{M + m(1 - \alpha_0^2 / 2)}.$$

**2.a)** Khi bỏ qua ma sát, theo phương ngang, động lượng của hệ được bảo toàn. Vì  $\alpha$  nhỏ nên có thể coi vận tốc của m có phương nằm ngang, ta có:

$$mv + MV = 0$$

$$\text{Mặt khác, do bảo toàn cơ năng: } \frac{mv^2}{2} + \frac{MV^2}{2} = mgR(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$$

Chú ý rằng  $\alpha' R = (v - V) = v(1 + m / M)$  (ở đây ký hiệu  $\alpha' = \frac{d\alpha}{dt}$ ), Với các góc bé, ta

có:

$$\frac{mR^2 \alpha'^2}{2(1 + m / M)^2} + \frac{Mm^2 R^2 \alpha'^2}{2M^2(1 + m / M)^2} = \frac{1}{2} mgR(\alpha_0^2 - \alpha^2)$$

$$\Rightarrow R \frac{\alpha'^2}{2} / (1 + m/M) = \frac{1}{2} g (\alpha_0^2 - \alpha^2)$$

Đạo hàm hai vế biểu thức trên theo t, ta được:

$$\alpha'' = -\frac{g(1+m/M)}{R} \alpha.$$

Vậy hệ dao động điều hoà với

$$\omega = \sqrt{\frac{g(1+m/M)}{R}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g(1+m/M)}}.$$

b) Đối với m:  $\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$ . Chiếu hai vế của phương trình trên lên Os, ta có:

$$N = mg \cos \alpha + \frac{m(v-V)^2}{R}.$$

Theo định luật bảo toàn động lượng:  $mv + MV = 0$

và bảo toàn cơ năng:  $\frac{mv^2}{2} + \frac{MV^2}{2} = mgR(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$

Suy ra:

$$v = \sqrt{\left(\frac{M}{m+M}\right) 2gR(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$$

Ta đã biết  $v - V = v(1 + m/M)$  nên khi  $\alpha = 0$ ,  $\cos \alpha$  và  $v - V$  cực đại, do đó N cực đại. Vậy

$$\begin{aligned} N_{\max} &= mg \cos 0 + \frac{m(v-V)^2}{R} = mg + \frac{m}{R} v^2 \left(1 + \frac{m}{M}\right)^2 \\ &= mg + \frac{m}{R} \left[ \frac{1}{1+m/M} 2gR(1 - \cos \alpha_0) \right] \left(1 + \frac{m}{M}\right)^2 \\ &= 3mg + 2mg \frac{m}{M} - 2mg(1 + m/M) \cos \alpha_0. \end{aligned}$$

**Bài II. 1)** Lúc chưa mở khoá K, khí có áp suất  $p_1 = p_0 + \rho gh$ . Khi mở khoá K, khí giãn nở đoạn nhiệt và có áp suất  $p_0$ :  $T_0 p_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_1 p_0^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ , suy ra

$$\frac{T_1}{T_0} = \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \approx 1 + \frac{(1-\gamma)}{\gamma} \frac{\rho gh}{p_0} \quad (1)$$

Khi đóng khoá, quá trình là đẳng tích. Khi cân bằng khí có áp suất  $p_2 = p_0 + \rho gh_2$  và nhiệt độ  $T_1$ . Ta có:



$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_0}{p_2} = \frac{p_0}{p_0 + \rho g h_2} \approx \left(1 - \frac{\rho g h_2}{p_0}\right) \quad (2)$$

So sánh (1) và (2) ta được:

$$\left(1 - \frac{\rho g h_2}{p_0}\right) = \left(1 + \frac{1-\gamma}{\gamma} \frac{\rho g h_1}{p_0}\right) \quad (3)$$

$$\Rightarrow -h_2 = \frac{1-\gamma}{\gamma} h_1 \Rightarrow \gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

Thay số ta tính được:  $\gamma = 1,55$ .

Xét một mol hỗn hợp, gọi hệ số mol He là x, số mol  $H_2$  là y. Nhiệt dung mol đẳng tích của He là  $3R/2$ , của  $H_2$  là  $5R/2$ . Nhiệt dung mol đẳng áp của He là  $5R/2$ , của  $H_2$  là  $7R/2$ , nên ta hệ phương trình:

$$x + y = 1 \quad (*)$$

$$\gamma = \frac{2,5Rx + 3,5Ry}{1,5Rx + 2,5Ry} = 1,55 \quad (**)$$

Giải ra ta được  $x \approx 0,68$ . Từ đó ta tính được:

$$\frac{m_H}{m_{He}} = \frac{(1-x)32g}{x4g} \approx 3,8.$$

## 2). Tính nhiệt lượng:

Nhiệt dung mol đẳng tích của hỗn hợp khí là  $C_v = \frac{R}{\gamma-1}$ , ta có:

$$Q = nC_v(T_0 - T_1) = nC_vT_0(1 - T_1/T_0) = n \frac{RT_0}{(\gamma-1)} \left(1 - \frac{p_0}{p_1}\right)$$

$$= n \frac{RT_0}{(\gamma-1)} \left(1 - \frac{p_0}{p_0 + \rho g h_2}\right) = \frac{nR\rho g h_2 T_0}{(\gamma-1)p_0} \approx 135,6J$$

## Bài III. 1. a) Chu kỳ dao động của mạch $LC_1$ : $T_0 = 2\pi / \omega_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

Điện tích q của bản A của tụ điện  $C_1$  vào thời điểm  $t = 0$  là  $q(0) = Q_0 = CU_0$  và

$$i(0) = 0$$

Vào thời điểm t ta có:  $i = -dq/dt = U_0\sqrt{C/L} \sin(t/\sqrt{LC})$ .

**b)**  $q(t) = Q_0 \cos(t/\sqrt{LC}) = CU_0 \cos(t/\sqrt{LC})$

**2. a)** Tại thời điểm  $t_1 = 3T_0/4 = 3\pi\sqrt{LC}/2$  thì  $q(3T_0/4) = 0$  (3)

$$\text{và } i(3T_0/4) = U_0\sqrt{C/L}\sin 3\pi/2 = -U_0\sqrt{C/L} \quad (4)$$

Từ thời điểm này dao động điện từ có tần số góc  $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{2LC}}$ . (Hai tụ điện mắc song song coi như một tụ ghép có điện dung  $2C$  và có điện tích bằng 0 vào thời điểm  $t = 3T_0/4$ ). Với điều kiện ban đầu (3) và (4) ta có:

$$i_1 = -I_1 \cos \omega_1(t - 3T_0/4), \text{ với } I_1 = U_0\sqrt{C/L}.$$

$$\text{hay} \quad i_1 = -U_0\sqrt{C/L} \cos\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} - \frac{3\sqrt{2}\pi}{4}\right) \quad (5)$$

Ký hiệu  $q_{12}$  là điện tích của tụ ghép và  $q'$  là điện tích của tụ  $C_2$ , ta có

$$q_{12} = 2q' = Q' \sin \omega_1(t - 3T_0/4)$$

Để tính  $Q'$  ta áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{Q_0^2}{2C} = \frac{1}{2}LI_1^2 = \frac{Q'^2}{2(2C)} \rightarrow Q' = \sqrt{2Q_0} = CU_0\sqrt{2}.$$

$$\text{Từ đây suy ra:} \quad q' = \frac{CU_0}{\sqrt{2}} \sin\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} - \frac{3\sqrt{2}\pi}{4}\right) \quad (6)$$

**2.b)** Nếu đóng  $K_2$  vào thời điểm  $t_2 = T_0$  thì ta có:

$$q(T_0) = CU_0 \cos(2\pi) = CU_0 = Q_0 \quad (7) \quad \text{và} \quad i(T_0) = 0 \quad (8)$$

Tại thời điểm này hai tụ  $C_1$  và  $C_2$  mắc song song, tụ  $C_1$  tích điện tích  $Q_0$  còn tụ điện  $C_2$  thì không tích điện, dòng trong mạch bằng không. Do vậy, ngay sau đó lượng điện tích  $Q_0$  này trên tụ  $C_1$  sẽ phân bố lại cho cả hai tụ điện. Quá trình phân bố này xảy ra rất nhanh trong khi điện tích chưa kịp dịch chuyển qua cuộn dây, vì tại thời điểm này  $i = 0$  và sự thay đổi cường độ dòng điện qua cuộn cảm bị cản trở do hệ số tự cảm (gây ra cảm kháng), điện tích hầu như chỉ truyền qua các khoá và dây nối. Vì hai tụ điện có điện dung như nhau nên điện tích  $Q_0$  được phân bố đều cho hai tụ điện.

Sau khi điện tích được phân bố đều trên hai tụ điện, trong mạch lại có dao động điện từ với tần số góc  $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{2LC}} = \omega_1$ , với điều kiện ban đầu (7) và (8).

Vì vậy ta có:

$$i_2 = I_2 \sin \omega_2(t - T) = I_2 \sin\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} - \sqrt{2}\pi\right)$$

$$q_{12} = 2q_2 = Q_0 \cos \omega_2(t - T) = Q_0 \cos\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} - \sqrt{2}\pi\right)$$

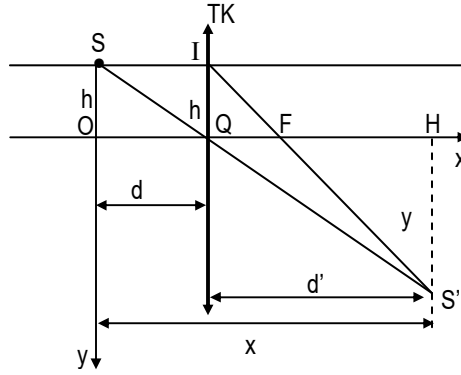
Từ  $i_2 = -\frac{dq_{12}}{dt} \Rightarrow I_2 = \frac{Q_0}{\sqrt{2LC}} = U_0 \sqrt{\frac{C}{2L}}$ , cuối cùng ta có:

$$i_2 = U_0 \sqrt{\frac{C}{2L}} \sin\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} - \sqrt{2}\pi\right) \text{ và } q_2 = \frac{CU_0}{2} \cos\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} - \sqrt{2}\pi\right).$$

3. Sự phân bố lại điện tích làm giảm năng lượng điện từ, từ giá trị  $Q_0^2/2C$  đến

$2\left(\frac{Q}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2C} = \frac{Q_0^2}{4C}$ . Độ giảm năng lượng này chuyển thành năng lượng sóng điện từ truyền đi trong không gian.

**Bài IV.** Gọi  $k$  là hệ số phóng đại,  $d$  là khoảng cách vật và  $d'$  là khoảng cách ảnh. Nhìn vào H.1 ta có:  $x = d + d'$ ;  $k = -d'/d = -y/h$  và  $d' = -kd$  (h cố định, vật và ảnh ở khác phía nhau so với trục chính nên  $k < 0$ ). Ta có:  $x = d - kd = (1 - k)d$ .



Hình 1

Sử dụng công thức thấu kính:  $f = \frac{dd'}{d + d'} = -\frac{kd}{1 - k} \Rightarrow d = -\frac{1 - k}{k} f$

$$x = (1 - k)d = -\frac{(1 - k)^2}{k} f = \frac{(1 + y/h)^2}{k} hf = \frac{(h + y)^2}{hy} f$$

$$y = \frac{hx}{2f} - h \pm \sqrt{\frac{h^2 x^2}{4f^2} - \frac{x}{f}}$$

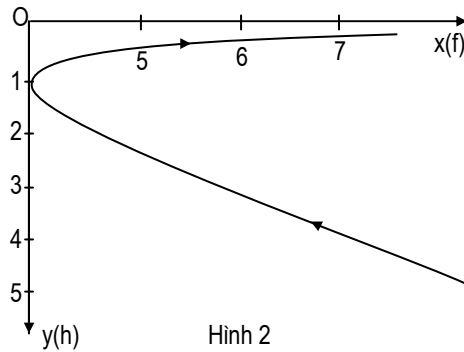
Chú ý rằng, khi  $x \rightarrow \infty$ , xảy ra hai trường hợp:

\* Khi thấu kính ở rất xa vật, tia từ vật đi qua quang tâm gần như trùng với trục chính, thì  $y \rightarrow 0$ ;

\* Khi vật ở sát tiêu diện  $d \rightarrow f \cdot d' \rightarrow \infty; k = -d'/d \rightarrow \infty; y \rightarrow \infty$

$$y = \frac{hx}{2f} - h \pm \sqrt{\frac{h^2 x^2}{4f^2} - \frac{x}{f}} = \frac{hx}{2f} - h \pm \frac{hx}{2f} \sqrt{1 - \frac{4f}{h^2 x}}$$

$$\approx \frac{hx}{2f} - h \pm \left( \frac{hx}{2f} - h \right)$$



Hình 2

Chúng ta thấy trường hợp đầu ứng với dấu (-) tương ứng nhánh trên, trường hợp sau ứng với dấu (+) tương ứng nhánh dưới. Vậy phương trình quỹ đạo của ảnh  $S'$  trên trục tọa độ đã cho là:

$$y = \frac{hx}{2f} - h \pm \sqrt{\frac{h^2 x^2}{4f^2} - \frac{x}{f}}$$

với  $x \geq 4f$ . Quỹ đạo ảnh  $S'$  được vẽ trên hình 2.

1b. Thấu kính đặt tại B:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \rightarrow f^2 = (d - f)(d' - f)$$

$$= x \cdot x' \Rightarrow f^2 = x \cdot x' \quad (6)$$

Thấu kính đặt tại A:  $x$  giảm 6cm,  $x'$  tăng  $6 + 9 = 15$ cm.

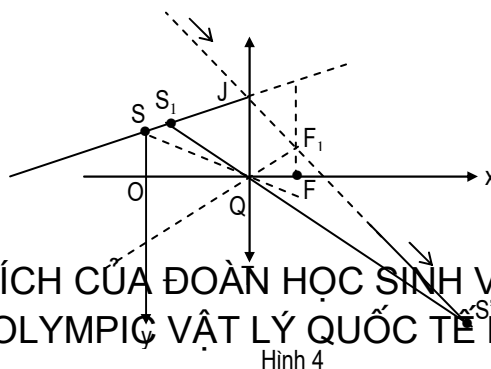
$$f^2 = (x - 6)(x' + 15) \quad (7)$$

Khi thấu kính đặt tại C:  $x$  tăng 4cm,  $x'$  giảm 5cm.

$$f^2 = (x+4)(x'-5) \quad (8)$$

Giải hệ phương trình ba ẩn:  $x = 16\text{cm}$ ;  $x' = 25\text{cm}$ ;  $f = 20\text{cm}$

2. Giữ thấu kính cố định, dịch chuyển S lại gần thấu kính theo đường thẳng SJ cố định bất kỳ (J là điểm cắt của đường thẳng SJ với TK). Dụng tiêu điểm phụ  $F_1$  đối với tia SJ. Qua cách dựng ảnh của S, ta thấy rằng khi S tiến tới J ở ngoài khoảng tiêu cự, ảnh  $S'$  của nó là ảnh thật nằm trên đường thẳng cố định  $JF_1$  phía bên phải thấu kính, tiến tới  $\infty$  theo chiều  $JF_1$ . Khi  $S \rightarrow J$  ở trong khoảng tiêu cự, ảnh  $S'$  của nó là ảnh ảo, nằm trên đường thẳng cố định  $JF_1$  phía bên trái thấu kính, tiến tới J theo chiều  $JF_1$  (Hình 4).



THÀNH TÍCH CỦA ĐOÀN HỌC SINH VIỆT NAM  
TẠI KỲ THI OLYMPIC VẬT LÝ QUỐC TẾ LẦN THỨ 36

Hình 4

Kỳ thi Olympic Vật lý Quốc tế lần thứ 36 tổ chức ở thành phố cổ kính Salamanca của Tây Ban Nha, cách thủ đô Madrid 200km về phía Tây Bắc.

Năm nay có 77 đoàn tham dự, và một số nước tới dự với tư cách là quan sát viên. Cũng như mọi năm, đội tuyển của Việt Nam gồm 5 học sinh lớp 12, trong đó có 4 học sinh thuộc Khối chuyên Vật lý của trường ĐHKHTN, ĐHQG Hà Nội và 1 nữ sinh của trường THPT chuyên Vĩnh Phúc, đã được lựa chọn qua kỳ thi chọn học sinh giỏi quốc gia và kỳ thi chọn đội tuyển. Trước kỳ thi, đội tuyển được tập trung bồi dưỡng, huấn luyện về lý thuyết và thực nghiệm tại trường ĐHSP Hà Nội trong vòng 5 tuần lễ, dưới sự hướng dẫn của các thầy từ các trường Đại học, Viện nghiên cứu và Bộ Giáo dục và Đào tạo. Rất tiếc là trước khi đoàn lên đường 4 ngày, em Đậu Minh An bị sốt cao, nên không cùng đi với đoàn được. Đoàn chỉ có 4 học sinh đi thi.

Kết quả cả 4 học sinh đều đoạt giải, trong đó có 1 huy chương vàng (Nguyễn Thị Phương Dung), hai huy chương bạc (Văn Sĩ Chiến, Nguyễn Minh Hải), một huy chương đồng (Nguyễn Quang Huy). Đây là lần đầu tiên học sinh nữ của ta đoạt

huy chương vàng trong kỳ thi Vật lý Quốc tế. Trong kỳ thi năm nay có 2 học sinh nữ đoạt huy chương: ngoài Dung, còn một em đoạt huy chương đồng. Trong lễ công bố giải, khi đến lượt Dung lên nhận huy chương vàng, cả hội trường đứng lên và vỗ tay rất lâu. Văn Sĩ Chiến chỉ còn thiếu 0,7 điểm so với điểm huy chương vàng.

Trong kỳ thi này, không có xếp thứ tự các nước. Tuy nhiên xét về mặt thành tích chung, thì có nhiều đoàn kết quả cao hơn ta như: Trung Quốc, Đài Loan, Nga, Iran, Indonesia, Thái Lan, Hungari, Singapore.



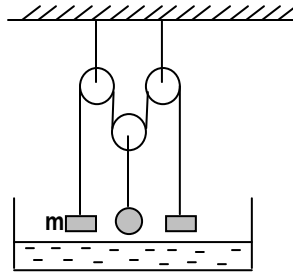
*Từ phải qua trái:* Nguyễn Thị Phương Dung, Văn Sĩ Chiến, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Minh Hải

## **ĐỀ RA KỲ NÀY**

### **TRUNG HỌC CƠ SỞ.**

CS1/25. Hệ gồm 3 ròng rọc và 3 vật đặc được bố trí như hình vẽ. Trọng vật bên trái có khối lượng  $m = 2kg$  và được làm bằng nhôm có khối lượng riêng  $D_1 = 2700kg/m^3$ . Trọng vật ở giữa là khối được tạo bởi các tấm có khối lượng riêng là  $D_2 = 1100kg/m^3$ . Hệ ở trạng thái cân bằng. Nhúng cả 3 vật vào nước,

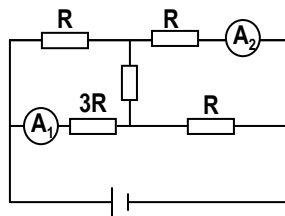
muốn hệ cân bằng thì thể tích các tấm phải gắn thêm hoặc bớt đi từ vật ở giữa là bao nhiêu? Cho khối lượng riêng của nước là  $D_0 = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3$ .



CS2/25. Khi nuôi cá ưa nước nóng, người ta duy trì nhiệt độ của nước trong bể cá là  $t_n = 25^\circ \text{C}$  bằng một thiết bị đun điện có công suất  $P_0 = 100 \text{ W}$ . Đối với cá ưa nước lạnh, nhiệt độ của nước trong bể cần duy trì là  $t_l = 12^\circ \text{C}$ . Để có được chế độ nhiệt độ thấp này người ta nhúng vào bể một thiết bị trao đổi nhiệt, thiết bị này là một ống đồng dài có nước ở nhiệt độ  $t_1 = 8^\circ \text{C}$  chảy qua. Hiệu suất của thiết bị trao đổi nhiệt này cao đến mức nước chảy ra từ ống đồng cân bằng nhiệt với nước trong bể cá. Giả thiết rằng công suất trao đổi nhiệt giữa bể và môi trường tỷ lệ thuận với hiệu nhiệt độ giữa chúng, hãy xác định lượng nước tối thiểu chảy qua ống trong một đơn vị thời gian để duy trì chế độ nhiệt độ cho trước. Cho biết nhiệt độ của phòng là  $t_0 = 20^\circ \text{C}$ . Nhiệt dung riêng của nước là  $C = 4200 \text{ J} / \text{kgK}$ .

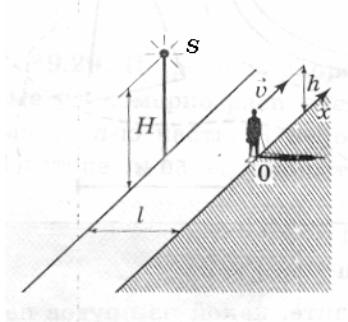
Câu trả lời sẽ thay đổi như thế nào nếu trong bể nuôi cá ưa sống ở nhiệt độ  $t_x = 16^\circ \text{C}$ ?

CS3/25. Trong sơ đồ mạch điện như hình vẽ, ampe kế  $A_1$  chỉ  $I_1$ . Hỏi ampe kế  $A_2$  chỉ bao nhiêu. Bỏ qua điện trở của ampe kế và dây nối.



CS4/25. Một người có chiều cao bằng  $h$ , đi theo mép vỉa hè với vận tốc không đổi  $v$ . Trên khoảng cách  $l$  kể từ mép hè có một cột đèn cao là  $H$ , trên đỉnh cột

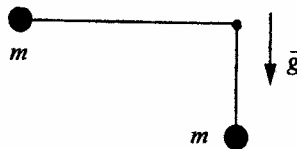
có ngọn đèn thấp sáng (hình vẽ). Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc chuyển động của bóng đầu người trên vỉa hè theo tọa độ  $x$ . Cho biết mặt của vỉa hè nằm ngang, còn mép vỉa hè là đường thẳng.



### TRUNG HỌC PHỔ THÔNG.

TH1/25. Hai vật được ném đồng thời từ một điểm với vận tốc như nhau, cùng bằng  $V_0$ . Một vật được ném lên theo phương thẳng đứng, còn vật kia được ném lên dưới một góc nào đó so với phương ngang. Hỏi góc đó phải bằng bao nhiêu để khoảng cách giữa hai vật là cực đại? Khoảng cách cực đại đó bằng bao nhiêu? Xem rằng khi rơi xuống đất vật tốc của vật lập tức triệt tiêu.

TH2/25. Hai vật có cùng khối lượng  $m$  được gắn vào hai đầu một thanh nhẹ hình thước thợ, với cạnh này lớn gấp hai lần cạnh kia (xem hình vẽ). Thanh có thể quay xung quanh một trục đi qua đỉnh và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Ban đầu thanh được giữ ở vị trí như hình vẽ, rồi sau đó buông ra. Hãy xác định lực do thanh tác dụng lên trục quay ngay sau khi thanh được buông ra.

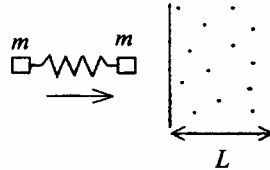


TH3/25. Một bình hình trụ cách nhiệt được phân làm hai ngăn nhờ một pittông nhẹ. Pittông này có khả năng truyền nhiệt yếu và có thể trượt không ma sát dọc theo thành bình. Biết rằng một ngăn của bình có chứa 10g hêli ở nhiệt độ 500K, còn ngăn kia chứa 3g khí hiđrô ở nhiệt độ 400K. Hỏi nhiệt độ trong bình khi hệ cân bằng là bao nhiêu và áp suất thay đổi bao nhiêu lần? Xác định nhiệt dung của mỗi khí ở lúc đầu của quá trình san bằng nhiệt độ. Bỏ qua nhiệt dung của pittông và thành bình.

TH4/25. Hai vật có cùng khối lượng  $m$ , nối với nhau bằng một lò xo lí tưởng và chuyển động với một vận tốc nào đó trên phần nhẵn của mặt bàn nằm ngang. Vectơ vận tốc hướng theo trục lò xo và lò xo chưa biến dạng cho tới khi vật thứ



nhất đi vào một dải rập trên mặt bàn (qua dải này, mặt bàn lại nhẵn). Dải rập này vuông góc với vận tốc của hai vật và có bề rộng bằng  $L$  (xem hình vẽ). Hệ số ma sát giữa vật thứ nhất và dải rập là  $\mu$ , còn vật thứ hai chuyển động trên toàn mặt bàn đều không có ma sát. Hỏi độ cứng của lò xo cần có giá trị bằng bao nhiêu để vận tốc ban đầu cần thiết cho hai vật vượt qua được dải rập là cực tiểu? Tính giá trị cực tiểu đó.



Nguyễn Xuân Quang

TH5/25. Một tấm điện môi có dạng tam giác vuông cân được tích điện đều trên bề mặt. Khi gấp đôi tấm để được tam giác vuông cân mới cần thực hiện một công  $A$  để chống lại lực đẩy tĩnh điện. Hỏi cần phải thực hiện một công bằng bao nhiêu để gấp đôi tam giác một lần nữa.

Trần Văn Nga (GV THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An)

Chú ý: Hạn cuối cùng nhận bài giải là ngày 5/11/2005.

## GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC

### TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/22. Một chiếc sà lan tự hành phần thân là một khối hộp hình chữ nhật, kích thước ngoài  $8m \times 15m \times 1,5m$ , phần mũi có tiết diện ngang là tam giác đều, cạnh  $8m$ , độ cao bằng độ cao thân tàu. Tự trọng của tàu 60 tấn, khoang chứa hàng có kích thước  $7m \times 14m \times 1m$  đang chứa 90 tấn hàng. Tàu nổi trên sông, nước có khối lượng riêng  $D = 1050kg / m^3$ .

1. Tính độ mớn nước của sà lan đó.
2. Nếu chẳng may ở đáy hầm tàu có lỗ thủng diện tích  $s = 400cm^2$  và nước vào lỗ đó với vận tốc  $v = 1m / s$  thì sau bao lâu sà lan sẽ bị chìm nếu nước không được bơm ra?
3. Tính công suất tối thiểu của bơm (hiệu suất  $H = 25\%$ ) cần dùng để bơm nước ra cứu tàu nếu nước được bơm từ đáy hầm, qua thành tàu ra sông. Bỏ qua độ dày của thành thép.

**Giải:** 1. Độ mớn nước của xà lan là độ cao phần chìm trong nước của xà lan, ký hiệu là  $h$ :

Theo định luật Ac-si-mét:  $F_A = P \rightarrow D \cdot h \cdot S = m + m'$

trong đó  $S = a \cdot b + \frac{1}{2} a \cdot a \frac{\sqrt{3}}{2} = 147,7 m^2$  (a, b là các kích thước của đáy), m là khối lượng của xà lan,  $m'$  là khối lượng hàng hoá.

Từ đó, ta có:  $h = (m + m') / D \cdot S = 150 \cdot 10^3 / 1050 \cdot 147,7 \approx 0,97 m$

2. Xà lan bắt đầu chìm khi  $P_{\max} = F_{A \max} \Rightarrow DSh_0 = m_{\max}$ , với  $h_0 = 1,5 m$  là độ cao của xà lan.

Suy ra:  $m_{\max} = D \cdot S \cdot h_0 \approx 1050 \cdot 147,7 \cdot 1,5 = 232628 kg$ .

Lượng nước tràn vào làm chìm xà lan:  $M = m_{\max} - (m + m') \approx 82628 kg$ .

Ký hiệu  $s$  là diện tích lỗ thủng,  $v$  là vận tốc nước chảy vào và  $t$  là thời gian chảy hết lượng nước  $M$  vào xà lan, ta có:

$$M = D \cdot s \cdot v \cdot t \rightarrow t = \frac{M}{D \cdot s \cdot v} = \frac{82628}{1050 \cdot 0,04 \cdot 1} \approx 1967 s = 32 \text{ phút } 47 \text{ giây.}$$

3. Công suất có ích là công suất đủ bơm lượng nước vào trong 1s qua độ cao  $h_0 = 1,5 mm$  ra sông:  $N = 10 s \cdot v D h_0$ .

$$\text{Vậy công suất tối thiểu của bơm là } N_0 = \frac{N}{H} = \frac{10 s v D h_0}{H} = 2,52 kW.$$

**Các bạn có lời giải đúng:** Thiêm Việt Phúc 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Huyện Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Ngô Hoàng Gia 8/2, THCS Nguyễn Khuyến, **Tp. Đà Nẵng**; Nguyễn Công Huân, Trường Quang Khởi 9C, THCS Vĩnh Tường, **Vĩnh Phúc**.

**CS2/22.** Hai nhiệt lượng kế cách nhiệt, như nhau, cao  $h = 75 cm$ , chứa vật chất cần đo thử đến mức cao là  $h/3$ , một cái chứa nước đá, còn cái kia chứa nước ở nhiệt độ  $t = 10^0 C$ . Người ta rót hết nước từ nhiệt lượng kế thứ hai sang nhiệt lượng kế thứ nhất. Sau khi nhiệt độ trong nhiệt lượng kế thứ nhất được xác lập, mức nước dâng lên cao thêm  $\Delta h = 0,5 cm$ . Hỏi nhiệt độ ban đầu của nước đá trong nhiệt lượng kế? Cho khối lượng riêng của nước đá  $D_d = 9 \cdot 10^2 kg / m^3$ , của nước là  $D_n = 10^3 kg / m^3$ , nhiệt nóng chảy của nước đá là  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 J / kg$ , nhiệt dung riêng của nước đá là  $C_d = 2,1 \cdot 10^3 J / kg$ , của nước là  $C_n = 4,2 \cdot 10^3 J / Kg$ . độ.

**Giải:** Mục chất trong bình nhiệt lượng kế tăng là do lượng nước rót sang đã hoá đá làm tăng thể tích. Giả sử toàn bộ nước rót sang đều hoá đá thì:

$$S \cdot \frac{h}{3} \cdot D_n = S \left( \frac{h}{3} + \Delta H \right) D_d \rightarrow \Delta H = \frac{h}{3} \left( \frac{D_n}{D_d} - 1 \right) \approx 2,5 cm$$

Theo bài ra, mức nước chỉ tăng 0,5cm nên chỉ có một phần nước hoá đá, trong bình tồn tại cả nước và nước đá nên nhiệt độ là  $0^0 C$ . Khi xảy ra cân bằng nhiệt ta có phương trình:

$$C_n m_n (t - t_0) + \lambda \cdot \Delta m = C_d \cdot m_d (t_0 - t_x) \quad (*)$$

trong đó  $\Delta m$  là khối lượng nước đã hoá đá,  $t_x$  là nhiệt độ ban đầu của nước đá,  $t_0 = 0, t = 10^0 C$

$$\text{Mặt khác: } \Delta h \cdot S = \frac{\Delta m}{D_d} - \frac{\Delta m}{D_n} \rightarrow \Delta m = \frac{\Delta h D_n D_d}{D_n - D_d}$$

Khối lượng ban đầu của nước và nước đá là:

$$m_n = \frac{h}{3} SD_n \text{ và } m_d = \frac{h}{3} SD_d$$

Thay các giá trị trên vào (\*) rồi giải phương trình ta được:

$$t_x = \frac{C_n h D_n t(D_n - D_d) + 3\lambda \cdot \Delta h \cdot D_d D_n}{C_d h D_d (D_n - D_d)} \approx -54^\circ \text{C}$$

**Các bạn có lời giải đúng:** Thiêm Việt Phúc 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Đào Ngọc Đạt 10 Lý, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Bình Định**; Nguyễn Như Đức Trung 9/1, THCS Lý Thường Kiệt, Phạm Thị Thu Hiền 9/4, THCS Nguyễn Khuyến, Lưu Minh Hiền 10A3, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Tp. Đà Nẵng**; Đỗ Hoàng Nam 9A2, THCS Nguyễn Trường Tộ, **Hà Nội**; Nguyễn Ngọc Diệp Bình Phú, Thạch Thất, **Hà Tây**; Lê Hồng Huy Thông, Lê Viết Hoàng Trinh 8B, THCS Nguyễn Tuấn Thiện, Hương Sơn, Nguyễn Thanh Huyền, Ngô Đức Liêm 10Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Nguyễn Trung Thành 11Lý, Lê Quốc Hưng 10Lý, THPT Nguyễn Trãi, Nguyễn Tiến Dương, Phạm Thành Long 8/3, THCS Lê Quý Đôn, **Tp. Hải Dương**; Trần Thu Hiền 11Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Đặng Đức Tâm 10Lý, THPT Chuyên Lê Hồng Phong, **Nam Định**; Lê Bao Vinh 9B, THCS Lê Lợi, Vinh, **Nghệ An**; Kiều Thị Thuỷ Ngân 9B, THCS Thị trấn Sông Thao, Cẩm Khê, Bùi Việt Phương 9C, THCS Nguyễn Quang Bích, Tam Nông, Đào Ngọc Cường, Nguyễn Thị Phương Linh 9B, THCS Phong Châu, **Phú Thọ**; Nguyễn Xuân Ngọc 9A, THCS Quách Xuân Kỳ, Bồ Trách, **Quảng Bình**; Lê Thuỳ Linh 10Lý, Huỳnh Thị Thu Thuỷ 11/2, THPT Chuyên Nguyễn Bình Khiêm, **Quảng Nam**; Đặng Nhật Long 9B, THCS Phổ Cường, Đức Phổ, Phạm Thị Lệ Hương 11Lý, THPT Chuyên Lê Khiết, **Quảng Ngãi**; Lê Tất Đạt 11A1, THPT Đông Sơn 1, Nguyễn Chí Linh 10A5, THPT Nông Cống 1, Vũ Quốc Dũng 8G, Nguyễn Duy Hùng, Lê Ngọc Minh 9E, Đỗ Phúc Thịnh 9I, THCS Trần Mai Ninh, Hoàng Quốc Việt 8A, THCS Lê Lợi, **Tp. Thanh Hoá**; Quản Thái Hà Lý K16, Trịnh Quang Hưng 11A, Phạm Trung Kiên 10 Lý, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Phan Trọng Quý 9A, Nguyễn Thị Phương 8B, Tạ Thị Hà, Nguyễn Thị Tới, Đỗ Đình Tường Ngọc, Nguyễn Ngọc Anh 8A, Ngô Thị Thu Thảo 8A1, THCS Yên Lạc, Nguyễn Duy Dương 11G, Nguyễn Tú Anh 10G, THPT Trần Phú, Lê Quốc Vương 9A, THCS Vĩnh Yên, Quách Thu Hương 9C, THCS Lý Tự Trọng, Bình Xuyên, Nguyễn Công Bình 11A1, THPT Yên Lạc 1, **Vĩnh Phúc**.

**CS3/22.** Cho mạch điện như hình vẽ. Bỏ qua điện trở của ampe kế A và dây nối. Cho  $U_{AB} = 36V$ ;  $R_2 = 20\Omega$ ;  $R_3 = 30\Omega$ ;  $R_4 = 40\Omega$ ;  $R_5 = 50\Omega$ .

1.  $K_1$  đóng,  $K_2$  mở:

a) Tìm biểu thức liên hệ giữa  $R_1$  và  $R_6$  để ampe kế chỉ số 0.

b) Do không thoả mãn điều kiện trên nên ampe kế chỉ 0,3A. Tìm dòng điện qua  $R_2, R_4$  và tính điện trở  $R_1, R_6$ . Biết rằng nếu giảm  $R_1$  đi  $60\Omega$  thì điều kiện ở câu a được thoả mãn.

2.  $K_1$  và  $K_2$  đều đóng.

a) Hỏi  $R_1$  và  $R_6$  phải thoả mãn điều kiện nào để ampe kế chỉ số 0?

b) Tăng điện trở  $R_5$  thì dòng qua nó tăng hay giảm? Biết  $U_{AB}$  và các điện trở khác không thay đổi.

**Giải:** 1.  $K_1$  đóng,  $K_2$  mở.

a) Ampe kế A chỉ số 0 khi mạch cầu cân bằng. Điều kiện của mạch cầu cân bằng là  $R_2 / R_1 = R_4 / (R_3 + R_6)$ . Thay số và rút gọn ta có:  $30 + R_6 = 2R_1$  (\*)

b) Xét hai trường hợp:

+ Dòng điện chạy qua ampe kế A theo chiều từ trên xuống:

Ta có:  $I_2 R_2 + I_4 R_4 = U$

$$I_4 = I_2 - 0,3$$

Thay số, giải hệ phương trình trên ta được:  $I_2 = 0,8A$  và  $I_4 = 0,5A$

$$U_2 = I_2 R_2 = 0,8 \cdot 20 = 16V = U_1$$

$$U_4 = I_4 R_4 = 0,5 \cdot 40 = 20V$$

Ta có:  $I_1 = I_3 - I_A$  hay  $U_1 / R_1 = U / (R_3 + R_6) - 0,3$  (1)

Theo điều kiện cầu cân bằng (\*):  $30 + R_6 = 2(R_1 - 60)$  (2)

Từ hệ phương trình (1) và (2) ta được:  $0,3R_1^2 - 12R_1 - 960 = 0$

Giải phương trình này ta được  $R_1 = 80\Omega$  và từ (2) ta được  $R_6 = 10\Omega$

+ Dòng điện chạy qua ampe kế A theo chiều từ dưới lên:

Tương tự như trên, ta có phương trình:  $0,3R_1^2 - 12R_1 + 480 = 0$ . Phương trình này vô nghiệm.

2.  $K_1$  và  $K_2$  đều đóng.

a) Tìm điều kiện để ampe kế A chỉ số 0.

Từ hình vẽ:  $I_2 R_2 = I_1 R_1 \rightarrow I_2 = I_1 R_1 / 20$

$$I_1 R_3 = I_5 R_5 \rightarrow I_5 = I_1 \cdot 30 / 50$$

Tại nút P:  $I_4 = I_2 - I_5$

$$I_4 = I_1 R_1 / 20 - I_1 \cdot 3 / 5$$

Tại nút Q:  $I_6 = I_1 + I_5 = I_1 + I_1 3 / 5 = 8I_1 / 5$

Viết phương trình hiệu điện thế:

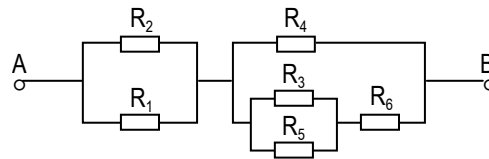
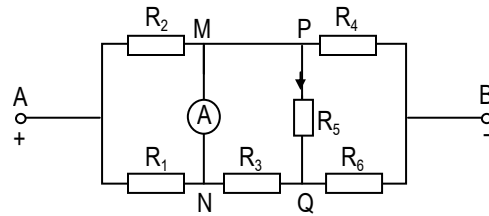
$$I_4 R_4 = I_5 R_5 + I_6 R_6 \text{ hay}$$

$$(I_1 R_1 / 20 - I_1 3 / 5) 40 = 50 \cdot 3I_1 / 5 + R_6 \cdot 8I_1 / 5$$

$$\rightarrow (R_1 / 20 - 3 / 5) 40 = (30 + 8R_6 / 5)$$

$$\rightarrow R_1 = 27 + 0,8R_6$$

b) Vẽ lại mạch điện:



Khi  $R_5$  tăng thì  $R_{35}$  tăng  $\rightarrow$  điện trở toàn mạch AB tăng. Vì  $U_{AB}$  không đổi nên cường độ dòng điện mạch chính giảm  $\rightarrow U_{12}$  giảm. Do đó  $U_4 = (U_{AB} - U_{12})$  tăng  $\rightarrow I_4$  tăng và  $I_6 = (I - I_4)$  giảm. Vậy  $I_5 = I_6 \cdot R_3 / (R_3 + R_5)$  sẽ giảm.

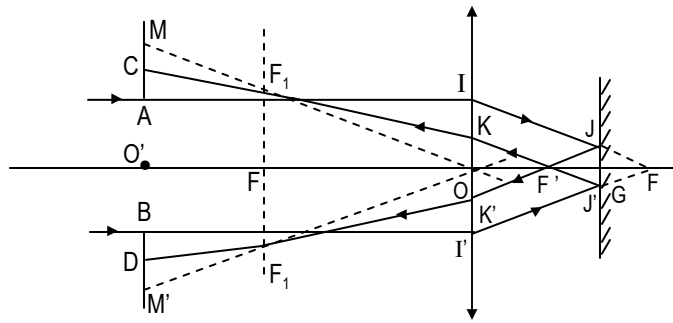
**Các bạn có lời giải đúng:** Lê Thị Hồng Hải 10Lý, THPT Chuyên **Bạc Liêu**; Đỗ Minh Trí 9/12, THCS Thị xã **Bến Tre**; Đào Ngọc Đạt 10 Lý, Đinh Thành Quang 11Lý, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, **Bình Định**; Trương Quốc Tuấn 9A1, THCS Phan Bội Châu, Phan Thiết, **Bình Thuận**; Phan Thị Quỳnh Trâm 9/6, THCS Nguyễn Huệ, **Tp. Đà Nẵng**; Triệu Thị Mai Trang 9A4, Đỗ Hoàng Nam 9A2, THCS Nguyễn Trường Tộ, **Hà Nội**; Nguyễn Văn Sâm 11D, THPT Lê Quý Đôn, Thạch Hà, Lê Viết Hoàng Trinh 8B, THCS Nguyễn Tuấn Thiện, Hương Sơn, Nguyễn Trọng Đức 10Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Nguyễn Trung Thành, Vũ Tuấn Anh 11Lý, Lưu Hồng Nhung 10Lý, THPT Nguyễn Trãi, **Hải Dương**; Hoàng Gia Minh 9/4, THCS Đoàn Thị Điểm, **Tp. Hồ Chí Minh**; Nguyễn Thanh Tuấn 9C, THCS Đào Sư Tích, Trục Ninh, **Nam Định**; Ngô Thanh Phúc 10A4, THPT Chuyên ĐH Vinh, Ngô Tất Nghia Hồng Sơn, Đô Lương, **Nghệ An**; Hoàng Thái Sơn 9A1, THCS Lâm Thao, Vũ Bùi Quỳnh 10Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Nguyễn Xuân Ngọc 9A, THCS Quách Xuân Kỳ, Bồ Trách, **Quảng Bình**; Lê Thuỳ Linh 10Lý, THPT Chuyên Nguyễn Bình Khiêm, **Quảng Nam**;

Phạm Thị Lệ Hương 11Lý, THPT Chuyên Lê Khiết, **Quảng Ngãi**; Trịnh Quang Hưng 11A, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Lê Ngọc Minh 9E, THCS Trần Mai Ninh, Lê Tất Đạt, Nguyễn Thị Ninh 11A1, Lê Thị Vân Anh 10A1, THPT Đông Sơn 1, **Thanh Hoá**; Hoàng Mạnh Thắng 9C, THCS Vĩnh Yên, Phí Xuân Trường, Trương Quang Khởi 9C, THCS Vĩnh Tường, **Vĩnh Phúc**.

**CS4/22.** Bên trái thấu kính hội tụ tiêu cự  $f$  có đặt một màn chắn vuông góc với trục chính của thấu kính và cách thấu kính  $5f/3$ . Trên màn có khoét một lỗ tròn đường kính 2cm có tâm nằm trên trục chính thấu kính. Bên phải thấu kính đặt một gương phẳng vuông góc với trục chính cách thấu kính  $3f/4$  với mặt phản xạ gương hướng về thấu kính.

Chiếu chùm sáng song song với trục chính đi qua lỗ tròn tới thấu kính. Vẽ đường đi của chùm tia qua hệ trên và tính kích thước của vết sáng trên màn.

**Giải:**



+ Vẽ đường đi của chùm tia sáng AB:

Chùm sáng AB qua thấu kính (TK) hội tụ tại điểm F. Tới gương G, chùm sáng phản xạ đều đi qua  $F'$  ( $F'$  đối xứng với F qua gương) rồi tới TK, chùm tia ló ra từ TK có tia biên đều đi qua các tiêu điểm phụ  $F_1$  và gặp màn ở C và D. Vậy vết sáng trên màn là một hình vành khăn có tâm  $O'$  nằm trên trục chính, có bán kính trong là  $O'A = 1\text{cm}$  và bán kính ngoài là  $O'C$ .

+ Tính kích thước vết sáng trên màn:

Ta có:  $II' = AB = 2\text{cm}$  và  $\Delta FJJ' \sim \Delta FII'$

$\rightarrow JJ'/II' = FG/FO = 1/4 \rightarrow JJ' = 0,5\text{cm}$

•  $\Delta F'JJ' \sim \Delta FKK'$ :

$\rightarrow JJ'/KK' = GF'/F'O = 1/2 \rightarrow KK' = 1\text{cm}$

•  $\Delta F_1KO \sim \Delta F_1CM$ :

$\rightarrow KO/CM = FO/FO' = f(5f/3 - f) = 3/2 \rightarrow CM = 1/3\text{cm}$

•  $\Delta F'OK \sim \Delta OO'M$ :

$\rightarrow KO/O'M = OF'/O'O = (f/2)/(5f/3) = 3/10 \rightarrow O'M = 5/3\text{cm}$

Suy ra:  $O'C = O'M - CM = 5/3 - 1/3 = 4/3\text{cm}$ . Vậy bề rộng của hình vành khăn là  $1/3\text{cm}$ .

**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Phúc Hưng 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Phan Tấn Phong 10Lý, THPT Chuyên **Bạc Liêu**; Đỗ Minh Trí 9/12, THCS Thị xã **Bến Tre**; Trương Quốc Tuấn 9A1, THCS Phan Bội Châu, Phan Thiết, **Bình Thuận**; Ngô Hoàng Gia 9/2, Phạm Thị Thu Hiền 9/4, THCS Nguyễn Khuyến, Tp. **Đà Nẵng**; Cao Nguyễn Quỳnh Anh 9/5, THCS Nguyễn Du, PleiKu, **Gia Lai**; Triệu Thị Mai Trang 9A4, THCS Nguyễn Trường Tộ, **Hà Nội**; Nguyễn Ngọc Diệp Bình Phú, Thạch Thất, **Hà Tây**; Lê Quốc Hưng 10Lý, THPT Nguyễn Trãi, **Hải Dương**; Nguyễn Hữu Thịnh 10Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**;

Phạm Trần Hiếu THCS Đặng Thai Mai, Ngô Thanh Phúc 10A4, THPT Chuyên ĐHVinh, **Nghệ An**; Đoàn Mạnh An Hùng Đô, Tam Nông, Kiều Thị Thuý Ngân 9B, THCS Thị trấn Sông Thao, Cẩm Khê, **Phú Thọ**; Lê Thuý Linh 10Lý, THPT Chuyên Nguyễn Bình Khiêm, **Quảng Nam**; Lê Đình Nam 11A1, THPT Đông Sơn 1, Hoàng Quốc Việt 8A, THCS Lê Lợi, **Đỗ Phúc Thịnh** 9I, THCS Trần Mai Ninh, **Thanh Hoá**; Vũ Thị Nhung 11Lý, THPT Chuyên **Thái Bình**; Trịnh Quang Hưng 11A, Nguyễn Minh Phương 10Lý, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Trương Quang Khôi 9C, THCS Vĩnh Tường, Lê Quốc Vương 9A, THCS Vĩnh Yên, **Vĩnh Phúc**.

### **Bổ sung danh sách các bạn có lời giải đúng THCS số 21.**

**CS1/21:** Nguyễn Văn Phương 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Phạm Thị Thu Hường 10Lý, THPT Chuyên Nguyễn Du, **ĐăkLăk**; Nguyễn Văn Sâm 11D, THPT Lê Quý Đôn, Thạch Hà, **Hà Tĩnh**; Hoàng Gia Minh 9/4, THCS Đoàn Thị Điểm, Quận 3, **Tp. Hồ Chí Minh**; Phạm Trần Hiếu THCS Đặng Thai Mai, Vinh, Nguyễn Tất Nghĩa 9A, THCS Lý Nhật Quang, Đô Lương, **Châu Bá Thông** 45A4, THPT ĐH Vinh, **Nghệ An**; Đinh Ngọc Võ thị trấn Đoàn Hùng, **Phú Thọ**; Phí Xuân Trường 9C, THCS Vĩnh Tường, **Vĩnh Phúc**.

**CS2/21:** Nguyễn Văn Phương 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Đào Ngọc Đạt 9A4, THCS Lê Hồng Phong, Quy Nhơn, **Bình Định**; Nguyễn Văn Sâm 11D, THPT Lê Quý Đôn, Thạch Hà, **Hà Tĩnh**; Nguyễn Tất Nghĩa 9A, THCS Lý Nhật Quang, Đô Lương, Phạm Trần Hiếu THCS Đặng Thai Mai, **Châu Bá Thông** 45A4, THPT ĐH Vinh, **Nghệ An**; Phí Xuân Trường 9C, THCS Vĩnh Tường, **Vĩnh Phúc**.

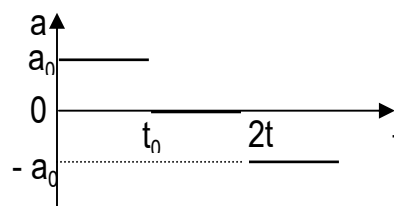
**CS3/21:** Nguyễn Văn Phương 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Phạm Thị Thu Hường 10Lý, THPT Chuyên Nguyễn Du, **ĐăkLăk**; Hoàng Gia Minh 9/4, THCS Đoàn Thị Điểm, Quận 3, **Tp. Hồ Chí Minh**; Nguyễn Tất Nghĩa 9A, THCS Lý Nhật Quang, Đô Lương, **Châu Bá Thông** 45A4, THPT ĐH Vinh, **Nghệ An**.

**CS4/21:** Nguyễn Văn Phương 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Đào Ngọc Đạt 9A4, THCS Lê Hồng Phong, Quy Nhơn, **Bình Định**; Nguyễn Văn Sâm 11D, THPT Lê Quý Đôn, Thạch Hà, **Hà Tĩnh**; Hoàng Gia Minh 9/4, THCS Đoàn Thị Điểm, Quận 3, **Tp. Hồ Chí Minh**; **Châu Bá Thông** 45A4, THPT ĐH Vinh, Nguyễn Tất Nghĩa 9A, THCS Lý Nhật Quang, Đô Lương, **Nghệ An**. Phí Xuân Trường 9C, THCS Vĩnh Tường, **Vĩnh Phúc**.

**TNCS21:** Nguyễn Văn Phương 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**.

## **TRUNG HỌC PHỔ THÔNG**

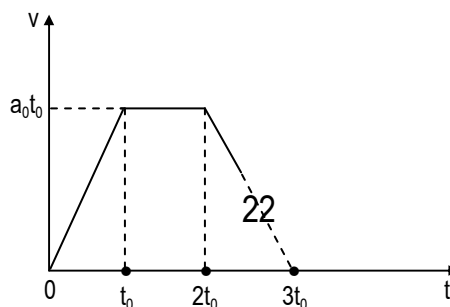
**TH1/22.** Một vật bắt đầu chuyển động thẳng, không vận tốc đầu từ gốc tọa độ. Đồ thị sự phụ thuộc gia tốc vào thời gian như hình vẽ.



a) Vẽ đồ thị sự phụ thuộc của vận tốc theo thời gian.

b) Ở thời điểm nào vật quay trở lại vị trí ban đầu.

**Giải:** a) Đồ thị sự phụ thuộc của vận tốc theo thời gian như hình bên.



b) Ở thời điểm  $t_1$  vật quay trở lại vị trí ban đầu, khi đó:

$$x = a_0 t_0^2 / 2 + a_0 t_0 (t_1 - t_0) + (-a_0)(t_1 - 2t_0)^2 / 2 = 0$$

$$\Rightarrow t_1^2 - 6t_0 \cdot t_1 + 5t_0^2 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t_1 = t_0 & (\text{loại}) \\ t_1 = 5t_0 \end{cases}$$

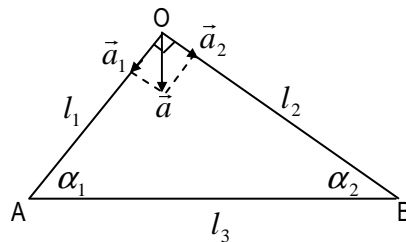
Vậy thời điểm  $t_1 = 5t_0$ .

**Lời giải trên là của bạn: Vương Quang Hùng 12Lý, THPT Chuyên Hà Tĩnh.**

**Các bạn có lời giải đúng:** Bùi Hải Nam 12Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Nguyễn Thị Thu Hiền 9/4, THCS Nguyễn Khuyến, **Đà Nẵng**; Đào Duy Đức 11A18, THPT Quang Trung, Nguyễn Tiến Hùng K18B, Đỗ Thế Anh 10Lý, ĐHQG, Nguyễn Thu Giang Y8K54 ĐH Sư Phạm **Hà Nội**; Đoàn Trọng Tuấn 12D, Nguyễn Văn Sâm 11D, THPT Lê Quý Đôn, Thạch Hà, Trần Bá Khang, Lê Thị Huyền K10Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Hoàng Việt Tiệp 10Lý, THPT NK Trần Phú, **Hải Phòng**; Nguyễn Trung Quân A3K33, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghe An**; Hà Kim Dung 10Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, **Phú Thọ**; Bùi Trung Hiếu, Phạm Thị Lệ Hương 11Lý, THPT Chuyên Lê Kiết, **Quảng Ngãi**; Hoàng Việt Cường 11A4, THPT Đào Duy Từ, Lê Đình Nam 10A1, THPT Đông Sơn 1, **Thanh Hoá**; Vũ Thị Nhung 11Lý, THPT Chuyên **Thái Bình**; Trịnh Quang Hưng 11A, Ngô Thu Hà 11Lý, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Nguyễn Văn Bắc 11A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

**TH2/22.** Hai cầu thủ bóng đá chạy lại gặp nhau với tốc độ không đổi và như nhau bằng 5m/s. Tại thời điểm bất kỳ trọng tài ở cách hai cầu thủ một khoảng khá xa (theo kinh nghiệm): cách cầu thủ áo đỏ 30m và cầu thủ áo xanh 40m. Tìm gia tốc của trọng tài tại thời điểm hai cầu thủ cách nhau 50m.

**Giải:**



Trên hình vẽ: trọng tài tại O, cầu thủ áo đỏ tại A, cầu thủ áo xanh tại B. Khi hai cầu thủ cách nhau 50m thì  $\angle ABO = 90^\circ$ . Đồng thời, ta có:  $\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2$

- Xét hệ quy chiếu gắn với cầu thủ áo đỏ, khi đó cầu thủ áo xanh chạy với vận tốc  $V_{BA} = 10m/s$  và trọng tài chạy theo đường tròn tâm A bán kính  $AO = l_1 = 30m$ .

Tại thời điểm OA và OB vuông góc với nhau thì véc tơ vận tốc của điểm O nằm dọc theo OB, mà OB không đổi  $\Rightarrow V_{OA} = V_{BA} \cos \alpha_2 = V_{BA} \frac{l_2}{l_3} = 8m/s$

Độ lớn của gia tốc pháp tuyến  $a_1$  bằng:

$$a_1 = \frac{V_{OA}^2}{l_1} = \frac{32}{15} m/s^2.$$

- Tương tự xét hệ quy chiếu gắn với cầu thủ áo xanh, ta tính được:

$$a_2 = 9/10 (m/s^2)$$

Suy ra gia tốc của trọng tài bằng:

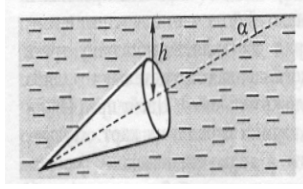
$$a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2} = \sqrt{193} / 6 (m/s^2).$$

**Lời giải trên là của bạn: Nguyễn Tiến Hùng K18B Chuyên Lý, ĐHQG Hà Nội.**

**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Văn Phương, Nguyễn Phúc Hưng, Thiêm Việt Phúc 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Nguyễn Minh Cường 12Lý, THPT Chuyên **Bắc Ninh**; Nguyễn Anh Phương K19A, Nguyễn Thành Trung 11A, Ngô Tuấn Đạt 12Lý, Khối Chuyên Lý, ĐHQG Hà Nội; Nguyễn Văn Sâm 11D, THPT Lê Quý Đôn, Thạch Hà, Lê Thị Huyền, Nguyễn Xuân Diệp 10Lý, Lương Trí Nhân 12Lý, THPT Chuyên **Hà Tĩnh**; Nguyễn Trung Thành 11Lý, THPT Chuyên Nguyễn Trãi, **Hải Dương**; Dương Quảng Điền 11Lý, THPT Chuyên Lê Hồng Phong, **Tp. Hồ Chí Minh**; Nguyễn Mạnh Hùng 12Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Nguyễn Đình Phương, Hồ Văn Trực 11G, THPT Nghĩa Đàn, Hoàng Thuý Ngân A3K32, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**; Nguyễn Thị Hà 10/2, Hoàng Minh Tâm 11/2, THPT Chuyên Nguyễn Bình Khiêm, **Quảng Nam**; Nguyễn Thị Kim Khuyên 11Lý, THPT Chuyên Lê Khiết, **Quảng Ngãi**; Trương Huỳnh Phạm Tân 12Lý, THPT Chuyên **Tiền Giang**; Ngô Ngọc Cường 11F, Lê Bá Ngọc, Hà Việt Anh 11Lý, THPT Chuyên Lam Sơn, **Thanh Hoá**; Trịnh Quang Hưng 11A, Tô Thái, Nguyễn Thu Hương, Nguyễn Yên Bình, Nguyễn Minh Phương K16Lý, THPT Chuyên **Thái Nguyên**; Nguyễn Công Bình 11A1, THPT Yên Lạc 1, Đỗ Chí Dũng, Quách Hoài Nam, Đặng Minh Đức, Hoàng Mạnh Thắng 11A3, THPT Chuyên **Vĩnh Phúc**.

**TH3/22.** Một khối hình nón có đường kính đáy là  $D$  và độ cao  $H$  được nhúng chìm trong nước. Trục của hình nón lập với mặt chất lỏng một góc  $\alpha$ , khoảng cách từ mặt chất lỏng tới tâm của đáy hình nón là  $h$ . Tìm lực tác dụng lên mặt bên của khối hình nón, biết khối lượng riêng của nó là  $\rho$ . Chú ý: trong trường hợp cần thiết có thể sử dụng công thức tính thể tích khối hình nón  $V = SH/3$ , trong đó  $S$  là diện tích đáy và  $H$  là đường cao.



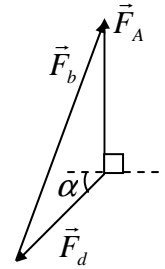


**Giải:** Vì khối nón nằm lơ lửng trong nước nên khối lượng riêng của nó bằng khối lượng riêng của nước (ký hiệu là  $\rho$ ). Để thấy rằng áp lực của nước lên đáy là:

$$F_d = \rho \cdot g \cdot h s = \pi \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \frac{D^2}{4}.$$

Gọi lực tác dụng lên mặt bên của khối nón là  $\vec{F}_b$ . Ta có:

$$\vec{F}_A = \vec{F}_d + \vec{F}_b = -m\vec{g} = -\rho\pi \frac{D^2}{4} \cdot \frac{H}{3} \cdot \vec{g}$$



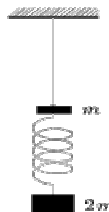
Từ hình vẽ ta có:

$$\begin{aligned} F_b &= \sqrt{F_A^2 + F_d^2 + 2F_A \cdot F_d \cdot \sin \alpha} \\ \Rightarrow F_b &= \sqrt{\left(\frac{\rho\pi D^2 H}{12} g\right)^2 + \left(\frac{\pi\rho g h D^2}{4}\right)^2 + 2\frac{\pi^2 \rho^2 D^4 \cdot g^2 \cdot H \cdot h}{48} \sin \alpha} \\ &= \frac{\pi D^2 \rho g}{12} \cdot \sqrt{H^2 + 6H \cdot h \sin \alpha + 9h^2} \end{aligned}$$

**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Văn Phương 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, **Bà Rịa – Vũng Tàu**; Trịnh Thị Ngọc Tú 10Lý, THPT Chuyên Nguyễn Du, **Đắk Lắk**; Phạm Việt Đức, Ngô Tuấn Đạt 12Lý, Khối Chuyên Lý, ĐHQG **Hà Nội**; Nguyễn Mạnh Hiếu 12Lý, THPT Chuyên **Hưng Yên**; Nguyễn Trung Quân A3K33, THPT Chuyên Phan Bội Châu, **Nghệ An**; Hoàng Minh Tâm 11/2, THPT Chuyên Nguyễn Bình Khiêm, **Quảng Nam**.

**TH4/22.** Cho hệ như hình vẽ. Khi hệ ở trạng thái cân bằng lò xo giãn 30cm. Đốt sợi dây treo.

- Xác định gia tốc của các vật ngay sau khi đốt dây.
- Sau bao lâu thì lò xo sẽ đạt đến trạng thái không biến dạng lần đầu tiên? Xác định vận tốc các vật ở thời điểm đó.



**Giải:** a) Khi chưa đốt dây:  $2mg = K \cdot \Delta l_0$

Ngay sau khi đốt dây:

Vật m:  $K \cdot \Delta l_0 + mg = ma_1$

$$\Rightarrow a_1 = 3g = 30(m/s^2)$$

Vật 2m:  $K \cdot \Delta l_0 - 2mg = 2ma_2$

$\Rightarrow a_2 = 0$

b) Xét hệ quy chiếu gắn với trọng tâm G của hệ. G cách vật m một khoảng bằng 2/3 khoảng cách từ m đến 2m.

**Xét vật m:**

Khi ở vị trí cân bằng:  $-mg + F_{qt} = 0$  (1)

Khi ở li độ x, lò xo dãn một đoạn bằng  $3x/2$ . Suy ra:

$-mg + F_{qt} - K \cdot 3x/2 = m \cdot a = mx''$  (2)

Từ (1) và (2):  $\Rightarrow x'' + \frac{3K}{2m}x = 0 \Rightarrow x'' + \omega^2 x = 0$  với  $\omega = \sqrt{\frac{3K}{2m}} = 10 \text{ rad/s}$

$\Rightarrow x = \sin\left(\sqrt{\frac{3K}{2m}}t + \varphi\right)$

Tại  $t = 0$ :  $x_0 = A \sin \varphi = \frac{2\Delta l_0}{3} = 0,2m$  và  $V_0 = \omega A \cos \varphi = 0 \Rightarrow A = 0,2m$  và  $\varphi = \pi/2$

$\Rightarrow x = 0,2 \sin(10t + \pi/2)(m)$

Độ biến dạng của lò xo:

$\Delta l = \frac{3x}{2} = 0,3 \sin(10t + \pi/2)$

Lò xo đạt trạng thái không biến dạng lần đầu tiên  $\Rightarrow \Delta l = 0$

$\Rightarrow t = \pi/20(s) \approx 0,157(s)$

Trọng tâm G chuyển động với gia tốc g, khi đó trọng tâm G đã đi được:

$\Delta h = gt^2/2 = \pi^2/80(m)$  với vận tốc  $V_G = gt = \pi/2 (m/s)$ .

Tại thời điểm đó ta có:

$x' = 2 \cos(10t + \pi/2) = -2(m/s)$

$\Rightarrow V_m = V_G - x' = 2 + \pi/2 \approx 3,57(m/s)$

Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$\frac{1}{2} K \cdot l_0^2 + 3mg\Delta h = \frac{1}{2} mV_m^2 + \frac{1}{2} \cdot 2mV_{2m}^2$

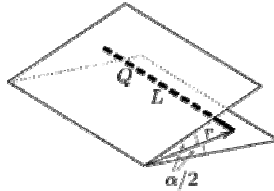
Mặt khác, ta có:  $K \cdot \Delta l_0 = 2mg \Rightarrow V_{2m} = \pi/2 - 1 \approx 0,57(m/s)$ .

**Lời giải trên là của bạn: Nguyễn Tiến Hùng K18B, Chuyên Lý, ĐHQG Hà Nội.**

**Các bạn có lời giải đúng:** Nguyễn Văn Phương 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, Bà Rịa – Vũng Tàu; Trịnh Thị Ngọc Tú 10Lý, THPT Chuyên Nguyễn Du, Đắk Lắk; Phạm Việt Đức, Ngô Tuấn Đạt 12Lý, Khối Chuyên Lý, ĐHQG Hà Nội; Hà Anh, Nguyễn Thị Linh, Lương Trí Nhân 12Lý, Nguyễn Tăng Pháp Lý K9, Nguyễn Trọng Đức 10Lý, THPT Chuyên Hà Tĩnh; Nguyễn Mạnh Hùng 12Lý, THPT Chuyên Hưng Yên; Lê Duy Khánh, Trần Phúc Vinh A3K33, THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An; Hà Kim Dung 11Lý, THPT Chuyên Hùng Vương, Phú Thọ; Hoàng Minh Tâm 11/2, THPT Chuyên Nguyễn Bình Khiêm, Quảng Nam; Trương Huỳnh Phạm Tân 12Lý, THPT Chuyên Tiền Giang; Nguyễn Văn Trình 10A1, Lê Tất Đạt 11A1, THPT Đông Sơn 1, Hoàng Việt Cường 11A4, THPT Đào Duy Từ, Thanh Hoá; Ngô Việt Cường 11A3, THPT Chuyên Vĩnh Phúc.

**TH5/22.** Hai tấm kim loại phẳng, rộng, nối đất, đặt hợp với nhau một góc  $\alpha$  như hình vẽ. Trên mặt phẳng phân giác và cách giao tuyến của hai tấm một khoảng  $r$  đặt một thanh mảnh chiều dài  $L (L \gg r)$  tích điện đều với điện tích tổng cộng  $Q$ . Xác định lực điện tác dụng lên thanh nếu:

a)  $\alpha = 180^\circ$     b)  $\alpha = 18^\circ$



**Giải:** a) Với  $\alpha = 180^\circ$ , hai tấm hợp thành một mặt phẳng có điện thế  $V = 0$ . Sử dụng phương pháp ảnh điện đưa về bài toán tính lực tương tác giữa hai dây dẫn dài vô hạn mang điện tích  $Q$  và  $(-Q)$ , đặt cách nhau một khoảng  $2r$ . Sử dụng định lý O – G ta tính được cường độ điện trường gây bởi một dây dẫn thẳng dài tại điểm cách nó một khoảng  $2r$ :

$$E \cdot l \cdot 2\pi \cdot 2r = l \frac{Q}{l} \cdot \frac{1}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 L \cdot r}$$

$$\Rightarrow F = QE = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 L \cdot r}$$

b) Với  $\alpha = 18^\circ$ : sử dụng phương pháp ảnh điện sẽ thấy có 19 ảnh, tổng cộng có 20 điện tích  $Q$ , và  $(-Q)$ , ... nằm cách đều nhau trên vòng tròn bán kính  $r$ . Điện tích ảnh thứ 10 nằm cách điện tích ban đầu  $Q$  một khoảng  $2r$ . Do tính đối xứng dễ thấy lực tác dụng của các cặp điện tích  $(1, 19); (2, 18) \dots (9, 11)$  lên điện tích  $Q$  đều triệt tiêu nhau, chỉ còn lực do điện tích thứ 10  $(-Q)$  tác dụng lên  $Q$ :

$$F_{10} = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 L \cdot r},$$

lực này hướng về phía giao tuyến của hai tấm kim loại.

**Các bạn có lời giải đúng:** Hà Anh 12Lý, THPT Chuyên Hà Tĩnh; Nguyễn Trung Quân A3K33, THPT Phan Bội Châu, Nghệ An; Hoàng Minh Tâm 11/2, THPT Chuyên Nguyễn Bỉnh Khiêm, Quảng Nam;

## HÃY GIỮ VỮNG NIỀM YÊU THÍCH MÔN VẬT LÝ.

**LTS.** *Đàm Thanh Sơn là nhà vật lý trẻ Việt Nam hiện là Giáo sư vật lý lý thuyết của trường Đại học Washington, một trường ĐH danh giá của Hoa Kỳ. Ông và các cộng sự vừa công bố một công trình về lỗ đen được cộng đồng các nhà vật lý trong và ngoài nước rất quan tâm. Vật lý & Tuổi trẻ đã có cuộc phỏng vấn G.S. Đàm Thanh Sơn, xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc.*

**VL&TT:** *Những đột phá quan trọng của lý thuyết dây trước năm 2000 đã được trình bày khá đầy đủ và hấp dẫn trong cuốn **The Elegant Universe** của Brian Greene (Cuốn sách này đã được dịch ra tiếng Việt với tựa đề **Giai điệu dây và bản giao hưởng vũ trụ** do NXB Trẻ ấn hành). Xin ông cho biết từ đó đến nay lý thuyết dây đã có những đột phá gì mới và triển vọng sắp tới của nó?*

**ĐTS:** Từ năm 2000 tới nay, trong lĩnh vực lý thuyết dây theo tôi không có tiến bộ nào mang tính đột phá, nhưng cũng có nhiều tiến bộ quan trọng. Từ quan điểm của một người quan tâm đến vật lý hạt cơ bản, tiến bộ quan trọng nhất là việc nghiên cứu sự tương đương giữa các lý thuyết trường trong không gian ít chiều và các lý thuyết dây trong không gian có nhiều chiều hơn.

Ví dụ cụ thể đầu tiên về sự liên quan này được đưa ra năm 1997 bởi Juan Maldacena, lúc đó ở trường đại học Harvard. Trong ví dụ này, một lý thuyết trường trong không gian bốn chiều lại chính là một lý thuyết dây tồn tại trong một không gian cong 10 chiều, trong đó 5 chiều là compact còn 5 chiều còn lại (trong đó có thời gian) là vô hạn. Nghĩa là hai lý thuyết đó là hai cách mô tả khác nhau của cùng một thực thể. Sự tương đương giữa các lý thuyết trong không gian có số chiều khác nhau đặt ra nhiều câu hỏi khá lý thú. Liệu không gian và thời gian có phải là những khái niệm cơ bản hay không, hay là nó nảy sinh từ những khái niệm khác? Trong thí dụ của Maldacena thì chiều vô tận thứ năm trong lý thuyết dây có thể coi là được nảy sinh ra từ lý thuyết trường bốn chiều.

Từ quan điểm thực tiễn thì sự tương đương giữa lý thuyết trường và lý thuyết dây cho ta những công cụ mới để nghiên cứu lý thuyết trường. Trước đây, công cụ duy nhất để nghiên cứu lý thuyết trường và lý thuyết nhiễu loạn. Lý thuyết nhiễu loạn chỉ làm việc khi tương tác giữa các hạt là yếu. Với sự giúp đỡ của lý thuyết dây, hiện nay ta đã có thể nghiên cứu một số lý thuyết trường ngay khi tương tác giữa các hạt rất mạnh.

Triển vọng sắp tới của lý thuyết dây thì tôi không dự đoán được. Một điều chắc chắn lý thuyết dây sẽ tiếp tục sử dụng như công cụ để nghiên cứu lý thuyết trường. Tuy vậy, liệu lý thuyết dây có phải là lý thuyết thống nhất tất cả các tương tác, như những người ủng hộ nó vẫn nghĩ hay không thì thời gian tới ta chưa biết được.

**VL&TT:** Gần đây ở nước ngoài cũng như trong nước rất quan tâm tới công trình của ông và các cộng sự về mô hình lỗ đen trong không gian 10 chiều. Xin ông cho biết những ý tưởng và kết quả chính của công trình đó?

**ĐTS:** Công trình của tôi và cộng sự gần đây sử dụng sự tương đương giữa một số lý thuyết trường và lý thuyết dây để nghiên cứu vật chất trong điều kiện nhiệt độ rất cao. Trong lý thuyết trường nếu ta tăng nhiệt độ lên thì các hạt sẽ được sinh cặp từ chân không, và ta có một trạng thái plasma. Trong khi đó, trong lý thuyết dây nếu ta tăng nhiệt độ thì thường ta sẽ có lỗ đen. Như tôi đã nói ở trên, một số lý thuyết trường tương đương với lý thuyết dây. Điều đó có nghĩa là trong các lý thuyết này ta có thể nghiên cứu trạng thái plasma thông qua việc nghiên cứu các lỗ đen.

**VL&TT:** Theo ý kiến một số báo chí nước ngoài, lỗ đen trong mô hình của ông về căn bản là một đối tượng toán học, xin ông cho biết giữa lỗ đen của ông và các lỗ đen trong công trình của Stephen Hawking cũng như các lỗ đen trong thực tế có mối liên hệ gì không?

**ĐTS:** Trong công trình của chúng tôi lỗ đen đóng vai trò một công cụ để nghiên cứu trạng thái plasma tương tác mạnh. Các công trình nghiên cứu về lỗ đen của Hawking rất tổng quát, và chúng tôi cũng đã sử dụng các kết quả của Hawking trong các tính toán của chúng tôi. Các lỗ đen tồn tại trong thực tế có lẽ cũng phải tuân theo các định luật mà Hawking tìm ra.

**VL&TT:** Tháng 7 năm ngoái, Stephen Hawking có cho biết mình đã sai lầm trong một kết luận về lỗ đen. Xin ông cho biết ý kiến của ông và của cộng đồng vật lý quốc tế về tuyên bố đó.

**ĐTS:** Trong cuộc tranh luận về sự mất thông tin khi một vật rơi vào lỗ đen, Hawking chuyển sang phe đa số. Tôi chưa được đọc công trình của Hawking, nên không thể có ý kiến gì chi tiết về vấn đề này.

**VL&TT:** Ông có điều gì nhắn nhủ với các bạn trẻ yêu vật lý trong nước?

**ĐTS:** Mong các bạn trẻ giữ vững niềm yêu thích môn vật lý.

**Vài dòng tiểu sử của G.S.Đàm Thanh Sơn.** Sinh ở Hà Nội, học cấp 2 chuyên toán tại trường cấp 2 Trưng Vương và cấp 3 học chuyên toán tại Đại học Tổng hợp Hà Nội. Năm 1984 đoạt Huy chương vàng kỳ thi toán quốc tế tại Tiệp Khắc. Từ năm 1985 đến 1991 học đại học tại Khoa Vật lý trường Đại học quốc gia Matxcơva, năm 1991-1994 làm nghiên cứu sinh tại Viện nghiên cứu hạt nhân tại Matxcơva. Từ năm 1995 – 1999 thực tập sau tiến sĩ tại trường Đại học Washington (Seattle) và trường MIT ở Cambridge,

Massachusetts, Hoa Kỳ. Năm 1999 – 2002 được phong giáo sư tại Đại học Columbia ở New York, và từ năm 2002 tới nay là giáo sư Đại học Washington ở Seattle, Hoa Kỳ.

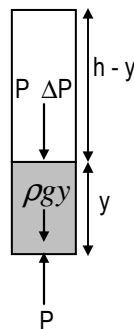
## TIẾNG ANH VẬT LÝ

**Problem:** *A vertical open glass tube of length  $h$  is half-submerged in mercury. The top end of the tube is then closed and the tube is slowly pulled out. What is the length of the mercury column remaining in the tube? The atmospheric pressure corresponds to the pressure of the column of the mercury of height. Assume that the temperature is constant.*

**Solution:** Atmospheric pressure is given by

$$P = \rho g H \quad (1)$$

where  $\rho$  is density of the mercury. (Ordinarily  $H$  is approximately 76 cm). Now consider a force balance on the mercury column (of length  $y$  to be determined) that remains in the tube (taken to have unit cross-sectional area for simplicity, so that pressures equal forces) after it has been pulled out of the mercury bath.



The pressure of the air trapped in the space above the mercury has dropped from  $P_i = P$  before beginning to pull up the tube to  $P_f = P - \Delta P$  afterward, since that air has expanded isothermally from initial volume  $V_i = h/2$  to final

volume  $V_f = h - y$  (keeping in mind that the tube has unit cross-sectional area). Assuming we can approximate the air as an ideal gas, we have

$$P_i V_i = nRT = P_f V_f \Rightarrow P \frac{h}{2} = (P - \Delta P)(h - y) \quad (2)$$

But the force balance on the shaded mercury column in the preceding diagram is

$$P = P - \Delta P + \rho g y \Rightarrow \Delta P = \rho g y. \quad (3)$$

Now substitute Eqs. (1) and (3) into (2), and simplify to obtain a quadratic equation for  $y$ ,

$$y^2 - (h + H)y + \frac{1}{2}hH = 0. \quad (4)$$

We solve the quadratic equation (4) and choose the root with the negative sign in front of the discriminant (because we require  $y < h/2$ ),

$$y = \frac{H + h - \sqrt{H^2 + h^2}}{2} \quad (5)$$

It is easy to verify that this solution is positive for all finite positive values of  $H$ . In particular, the limiting cases are  $y \rightarrow 0$  if  $H \rightarrow 0$  (i.e., the experiment is performed in a vacuum chamber) and  $y \rightarrow h/2$  if  $H \rightarrow \infty$  (in a high-pressure environment). Another interesting pair of limiting cases are  $y \rightarrow 0$  if  $h \rightarrow 0$  (i.e., the experiment is performed with a very short tube) and  $y \rightarrow H/2$  if  $h \rightarrow \infty$  (using a very long tube).

TỪ MỚI:

- glass tube – ống thủy tinh
- half-submerged- nhúng một nửa
- mercury – thủy ngân
- pull out – kéo ra
- column – cột
- density – khối lượng riêng (mật độ)
- force balance – cân bằng lực
- taken to have unit cross-sectional area – lấy diện tích tiết diện ngang bằng đơn vị
- for simplicity – để đơn giản
- (to) drop – giảm (nghĩa trong bài)
- isothermal – đẳng nhiệt
- keeping in mind – cần ghi nhớ
- approximate – coi (lấy, làm...) gần đúng
- ideal gas – khí lý tưởng

- quadratic equation – **phương trình bậc hai**
- discriminant – **biệt thức  $\Delta$**
- vacuum chamber – **buồng chân không**
- limiting case - **trường hợp giới hạn (đặc biệt)**

## TÌM HIỂU SÂU THÊM VẬT LÝ SƠ CẤP

### TỔNG HỢP VẬN TỐC

Qui tắc tổng hợp vận tốc xác lập mối liên hệ giữa các vận tốc của cùng một chất điểm trong các hệ quy chiếu khác nhau. Trong bài này chúng ta sẽ nghiên cứu quy tắc đó thông qua việc giải một số bài tập cụ thể. Chúng ta nhắc lại rằng mỗi hệ quy chiếu phải được gắn liền với một vật làm mốc nào đó và chuyển động của cùng một chất điểm sẽ diễn ra khác nhau trong các hệ quy chiếu khác nhau.

Giả sử có hai hệ quy chiếu S và S' chuyển động đối với nhau. Vì chuyển động và đứng yên có tính tương đối nên chúng ta quy ước coi hệ S là đứng yên, còn hệ S' chuyển động. Chuyển động của chất điểm M đối với hệ S được gọi là chuyển động tuyệt đối, còn chuyển động đối với hệ S' được gọi là chuyển động tương đối. Một cách tương ứng, vận tốc của M đối với hệ S được gọi là vận tốc tuyệt đối, còn đối với hệ S' được gọi là vận tốc tương đối. Để dễ hình dung chúng ta có thể lấy thí dụ như: chọn căn phòng làm hệ S, còn quả cầu không khí vừa bay vừa quay là hệ S' và chất điểm M là con kiến đang bò trên quả cầu.

Chúng ta đưa thêm vào khái niệm nữa là vận tốc kéo theo. Đây là vận tốc của một điểm trong hệ S', mà chất điểm M đi qua vào thời điểm đã cho, đối với hệ S. Trong thí dụ của chúng ta đó là vận tốc đối với căn phòng của điểm trên quả cầu mà con kiến đang bò qua đó.

Ở bất kỳ thời điểm nào vận tốc tuyệt đối  $\vec{v}_A$ , vận tốc tương đối  $\vec{v}_O$  và vận tốc kéo theo  $\vec{v}_C$  cũng liên hệ với nhau bởi hệ thức:

$$\vec{v}_A = \vec{v}_O + \vec{v}_C.$$

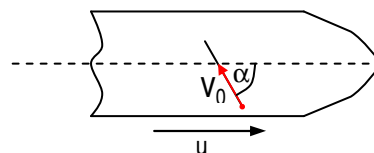
Đây chính là công thức tổng hợp vận tốc. Chúng ta nêu ra hai nhận xét sau đây:

1) Nói chung vận tốc kéo theo  $\vec{v}_C$  không phải là vận tốc của hệ S' đối với hệ S.

Thực vậy, trong khi chuyển động quả cầu không khí còn quay nên vận tốc của các điểm khác nhau trên quả cầu đối với căn phòng là khác nhau. Chính vì vậy nói đến vận tốc của quả cầu (tức của hệ S') đối với căn phòng (tức hệ S) là vô nghĩa. Chỉ trong trường hợp hệ S' chuyển động tịnh tiến chứ không quay thì vận tốc của tất cả điểm của S' đối với S là như nhau và người ta gọi đó là vận tốc của hệ S' đối với hệ S.

2) Hệ thức giữa vận tốc tuyệt đối, vận tốc tương đối và vận tốc kéo theo chỉ thuần túy là hệ thức động học, không có liên quan gì đến các hệ S và hệ S' là hệ quy chiếu quán tính hay không quán tính. Cả hai hệ đều có thể là hệ không quán tính.

Bây giờ chúng ta xét các bài toán cụ thể.



Hình 1.



**Bài toán 1.** Trên boong một con tàu thủy đang chuyển động đối với bờ sông với vận tốc  $u = 15\text{km/h}$  có một hành khách đi với vận tốc  $v_0 = u/3$  đối với boong tàu, theo phương lập với trục dọc của tàu góc  $\alpha = 30^\circ$  (xem H.1). Hãy tìm vận tốc của hành khách đó đối với bờ.

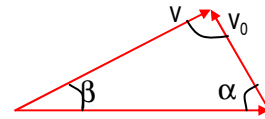
Chúng ta lấy bờ sông làm hệ quy chiếu đứng yên và tàu thủy làm hệ quy chiếu chuyển động. Khi đó  $\vec{v}_0$  là vận tốc tương đối,  $\vec{u}$  là vận tốc kéo theo. Vận tốc của hành khách đối với bờ  $\vec{v}$  sẽ là vận tốc tuyệt đối. Theo công thức cộng vận tốc:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{u}$$

Sử dụng định lý cosin chúng ta tìm được độ lớn vận tốc  $v$  của hành khách đối với bờ và góc  $\beta$  giữa vận tốc này và trục tàu:

$$v = \sqrt{u^2 + v_0^2 - 2uv_0 \cos \alpha} = \frac{u\sqrt{7}}{3} \approx 13\text{km/h}.$$

$$\sin \beta = \frac{v_0}{v} \sin \alpha = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{7}} \approx 0,33; \beta \approx 19^\circ.$$

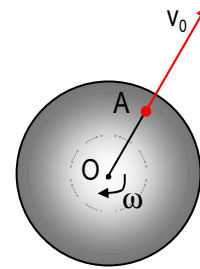


Hình 2.

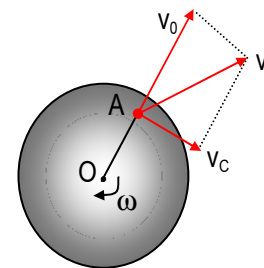
**Bài toán 2.** Trong phòng có một cái đĩa quay với vận tốc góc  $\omega$  không đổi quanh trục cố định  $O$  đi qua tâm đĩa và vuông góc với đĩa. Một con bọ dừa bò trên mặt đĩa dọc theo bán kính với vận tốc  $v_0$  đối với đĩa (H.3). Hãy tìm độ lớn vận tốc của con bọ dừa đối với phòng vào thời điểm nó ở điểm  $A$  cách trục  $O$  khoảng  $R$ .

Tất nhiên là nên chọn phòng làm hệ quy chiếu đứng yên, còn đĩa là hệ quy chiếu chuyển động. Khi đó  $\vec{v}_0$  là vận tốc tương đối. Vận tốc kéo theo  $\vec{v}_c$  là vận tốc của điểm  $A$  đối với phòng. Vận tốc kéo theo  $\vec{v}_c$  hướng vuông góc với phương bán kính  $OA$  và có độ lớn bằng:  $v_c = R\omega$ . Vận tốc của con bọ dừa  $\vec{v}$  đối với phòng là vận tốc tuyệt đối. Theo quy tắc cộng vận tốc:  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_c$ . Độ lớn vận tốc của con bọ dừa đối với phòng bằng:

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_c^2} = \sqrt{v_0^2 + \omega^2 R^2}$$



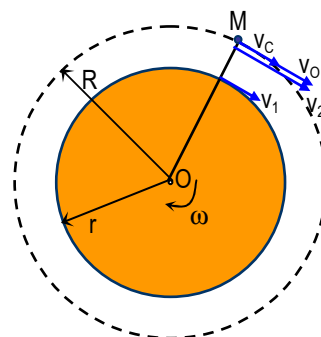
Hình 3.



Hình 4.

**Bài toán 3.** Bán kính của một hành tinh  $r = 2000\text{km}$ . Vận tốc các điểm trên xích đạo bằng  $v_1 = 0,6\text{km/s}$ . Một vệ tinh chuyển động trong mặt phẳng xích đạo của hành tinh trên quỹ đạo bán kính  $R = 3000\text{km}$ , theo chiều quay của hành tinh với vận tốc  $v_2 = 2\text{km/s}$ . Hãy tìm vận tốc của vệ tinh đối với hành tinh.

Chọn hệ quy chiếu đứng yên là hệ mà vận tốc  $\vec{v}_1$  và  $\vec{v}_2$  được cho trong đó. Lấy hành tinh làm hệ chuyển động. Vận tốc tuyệt đối của vệ tinh đã cho và bằng  $\vec{v}_2$ .



Hình 5.

Chúng ta cần tìm vận tốc của vệ tinh đối với hành tinh tức là vận tốc tương đối  $\vec{v}_O$ . Giả sử vào thời điểm nào đó vệ tinh đi qua điểm M gắn liền với hành tinh bằng một thanh tưởng tượng OM (H.5). Vận tốc của điểm M trong hệ quy chiếu đứng yên chính là vận tốc kéo theo  $\vec{v}_C$ . Chúng ta hãy tìm nó.

Vận tốc góc quay của hành tinh bằng  $\omega = \frac{v_1}{r}$ , còn vận tốc kéo theo  $v_C = \omega R = \frac{v_1 R}{r}$ . Theo quy tắc cộng vận tốc ta có:  $\vec{v}_2 = \vec{v}_O + \vec{v}_C$ . Ta nhận thấy rằng vận tốc tương đối của vệ tinh cùng hướng với vận tốc tuyệt đối  $\vec{v}_2$  và có độ lớn bằng:

$$v_O = v_2 - v_C = v_2 - v_1 \frac{R}{r} = 1,1 \text{ km/s.}$$

**Bài toán 4.** Trên hai đường tròn bán kính mỗi đường bằng  $R$ , nằm trong cùng một mặt phẳng, có hai ô tô  $A_1$  và  $A_2$  chuyển động với các vận tốc  $v_1 = v = 20 \text{ km/h}$  và  $v_2 = 2v$ . Kích thước các ô tô rất nhỏ so với  $R$ . Vào một thời điểm nào đó thì các ô tô nằm ở các điểm M và C cách nhau  $R/2$  (H.6).

1) Hãy tìm vận tốc của ô tô  $A_2$  đối với hệ quy chiếu gắn liền với ô tô  $A_1$  vào thời điểm đó.

2) Hãy tìm vận tốc của ô tô  $A_2$  đối với hệ quy chiếu gắn liền với ô tô  $A_1$  khi  $A_2$  ở điểm D.

Chọn đường làm hệ quy chiếu đứng yên. Vận tốc của ô tô  $A_2$  trong hệ quy chiếu này là vận tốc tuyệt đối. Ký hiệu  $\vec{v}_C$  và  $\vec{v}_D$  là vận tốc tuyệt đối của  $A_2$  khi đi qua các điểm C và D (H.7). Theo đề ra:

$$v_C = v_D = v_2 = 2v.$$

Chúng ta gắn hệ quy chiếu chuyển động với ô tô  $A_1$ . Rõ ràng hệ này quay xung quanh trục O với vận tốc góc

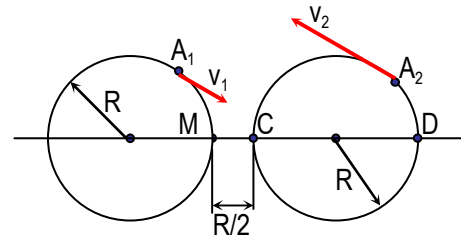
$$\omega = \frac{v}{R}.$$

Ký hiệu vận tốc kéo theo khi ô tô  $A_2$  đi qua các điểm C và D là  $\vec{v}_{Ckt}$  và  $\vec{v}_{Dkt}$ . Độ lớn các vận tốc này bằng:

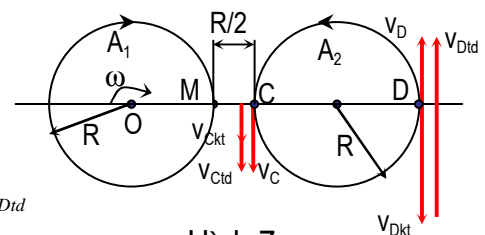
$$v_{Ckt} = \omega \cdot OC = \frac{v}{R} \left( R + \frac{R}{2} \right) = \frac{3}{2} v,$$

$$v_{Dkt} = \omega \cdot OD = \frac{v}{R} \left( R + \frac{R}{2} + 2R \right) = \frac{7}{2} v.$$

Chúng ta cần phải tìm các vận tốc tương đối  $\vec{v}_{Ctd}$  và  $\vec{v}_{Dtd}$  của ô tô  $A_2$  khi nó đi qua các điểm C và D.



Hình 6.



Hình 7.

Theo quy tắc cộng vận tốc (xem H.7):

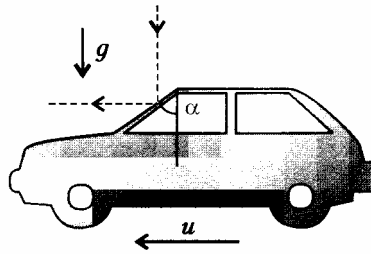
$$\vec{v}_C = \vec{v}_{Ctd} + \vec{v}_{Ckt} ; \quad \vec{v}_D = \vec{v}_{Dtd} + \vec{v}_{Dkt}$$

Vận tốc của  $A_2$  đối với  $A_1$  ở các điểm C và D trùng hướng với các vận tốc của  $A_2$  đối với đường tại các điểm này và bằng:

$$v_{Ctd} = v_C - v_{Ckt} = 2v - \frac{3}{2}v = 10\text{km/h.}$$

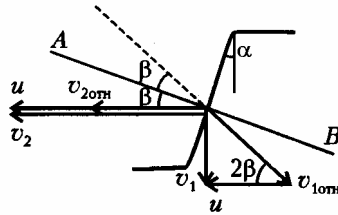
$$v_{Dtd} = v_D + v_{Dkt} = 2v + \frac{7}{2}v = 110\text{km/h..}$$

**Bài toán 5.** Trong khi trời đang mưa đá, một ô tô chạy trên đường nằm ngang với vận tốc không đổi  $u=25\text{km/h}$ . Một hạt mưa đá rơi xuống và chạm với tấm kính chắn gió phía trước và bật ra theo phương ngang cùng chiều chuyển động của xe. Kính chắn gió nghiêng góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương thẳng đứng (H.8). Cho rằng trước khi va chạm vận tốc các hạt mưa có phương thẳng đứng và va chạm là hoàn toàn đàn hồi, hãy tìm vận tốc hạt mưa đá: 1) trước khi va chạm; 2) sau khi va chạm.



Hình 8

Chúng ta chọn đường làm hệ quy chiếu đứng yên và ô tô làm hệ quy chiếu chuyển động. Chúng ta sẽ tìm vận tốc  $\vec{v}_1$  và  $\vec{v}_2$  của hạt mưa đá đối với đường trước và sau va chạm, tức là các vận tốc tuyệt đối của hạt mưa. Theo đề ra thì  $\vec{v}_1$  hướng thẳng đứng xuống dưới, còn  $\vec{v}_2$  hướng nằm ngang (H.9).



Ngay sau khi va chạm vận tốc tuyệt đối  $\vec{v}_2$ , vận tốc tương đối  $\vec{v}_{20}$  và vận tốc kéo theo của hạt mưa  $\vec{u}$  (cũng là vận tốc của ô tô) liên hệ nhau bởi hệ thức:

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_{20} + \vec{u}.$$

Vì  $\vec{v}_2$  và  $\vec{u}$  hướng theo phương ngang nên  $\vec{v}_{20}$  cũng hướng nằm ngang, do đó:

$$v_2 = v_{20} + u$$

Vận tốc tương đối  $\vec{v}_{20}$  lập với pháp tuyến AB của mặt kính một góc  $\beta$  nào đó chính là góc phản xạ. Từ phần động lực học chúng ta đã biết trong va chạm đàn hồi của một vật với bề mặt của một vật nặng, đứng yên thì góc tới bằng góc phản xạ, còn độ lớn vận tốc tới và vận tốc phản xạ bằng nhau. Vì vậy vận tốc  $\vec{v}_{10}$  của hạt mưa đá đối với ô tô ngay trước khi va chạm cũng lập với pháp tuyến AB của mặt kính một góc  $\beta$  và về độ lớn:  $v_{10} = v_{20}$ .

Trước khi va chạm hệ thức giữa vận tốc tuyệt đối  $\vec{v}_1$ , vận tốc tương đối  $\vec{v}_{10}$  và vận tốc kéo theo  $\vec{u}$  là:

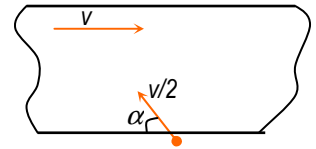
$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{10} + \vec{u}.$$

Từ H.9 dễ dàng chứng minh được  $\beta = \alpha$  và vận tốc tương đối  $\vec{v}_{10}$  lập với phương ngang một góc  $2\beta$ . Sử dụng hình 9 chúng ta cũng tìm được vận tốc của hạt mưa đá trước và sau va chạm:

$$v_1 = u \cdot \operatorname{tg}(2\alpha) = u \cdot \operatorname{tg}(2\beta) = u\sqrt{3} \approx 43 \text{ km/h}$$

$$v_2 = v_{20} + u = v_{10} + u = \frac{u}{\cos(2\beta)} + u = u \cdot \left( \frac{1}{\cos(2\alpha)} + 1 \right) = 3u = 75 \text{ km/h}.$$

**Bài toán 6.** Một băng chuyền chuyển động với vận tốc không đổi  $v$ . Băng nằm trong cùng mặt phẳng với mặt bàn. Một hộp nhỏ đang chuyển động trên mặt bàn với vận tốc  $v/2$  thì đi vào băng chuyền theo hướng lập một góc  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 1/9$ ) với mép băng. Hệ số ma sát trượt giữa hộp và băng là  $\mu$ .

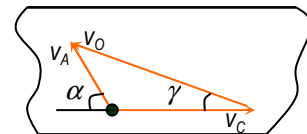


Hình 10.

- 1) Độ lớn vận tốc của hộp đối với băng vào lúc bắt đầu chuyển động trên băng chuyển bằng bao nhiêu?
- 2) Với độ rộng tối thiểu của băng bằng bao nhiêu để hộp không đi ra khỏi băng?

Chọn hệ quy chiếu đứng yên gắn liền với bàn, còn hệ quy chiếu chuyển động gắn liền băng chuyền. Khi đó vận tốc của băng chính là vận tốc kéo theo  $v_C = v$ . Lúc bắt đầu chuyển động trên băng thì vận tốc tuyệt đối của hộp bằng vận tốc của hộp đối với bàn trước khi đi vào băng, vì vậy

$v_A = \frac{v}{2}$ . Vận tốc tương đối của hộp đối với băng lúc bắt đầu



Hình 11.

chuyển động trên băng là  $\vec{v}_O$ . Theo quy tắc cộng vận tốc (H.11):  $\vec{v}_A = \vec{v}_O + \vec{v}_C$ . Sử dụng định lý cosin đối với tam giác ta được:

$$v_O^2 = v_C^2 + v_A^2 - 2v_C v_A \cos(180^\circ - \alpha) = \frac{7v^2}{6}$$

Để trả lời câu hỏi thứ hai nên chuyển sang hệ quy chiếu quán tính gắn liền với băng. Đối với băng, hộp có vận tốc ban đầu  $\vec{v}_O$  theo hướng lập với mép băng một

góc  $\gamma$  nào đó và chuyển động thẳng, chậm dần đều với gia tốc  $\mu g$ . Yêu cầu độ rộng của băng nhỏ nhất mà hộp không đi ra khỏi băng dẫn tới hộp phải dừng lại ở mép băng đối diện. Khi đó hộp đi được đoạn đường  $s = \frac{d}{\sin \gamma}$ . Đối với chuyển động chậm dần đều của hộp trên băng chuyển có thể viết:  $v_o^2 = 2\mu g s$ . Từ hai biểu thức cuối suy ra:

$$d = \frac{49}{72} \frac{v^2 \sin \gamma}{\mu g}.$$

Dựa vào định lý sin đối với tam giác ta có:

$$\frac{\sin \gamma}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{v_A}{v_o}; \text{ ở đây: } \sin(180^\circ - \alpha) = \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4\sqrt{5}}{9}. \text{ Từ đó chú ý}$$

đến biểu thức của  $v_A$  và  $v_o$  qua  $v$  ta được:

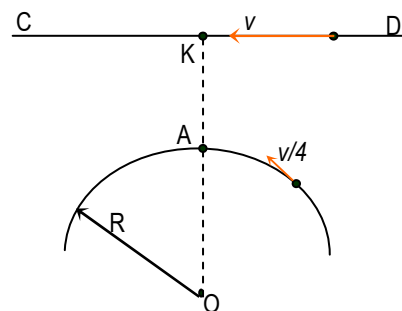
$$\sin \gamma = \frac{4\sqrt{5}}{21}. \text{ Thế vào biểu thức của } d \text{ ta nhận được độ rộng cực tiểu của băng}$$

chuyển để hộp không đi ra khỏi băng:

$$d = \frac{7\sqrt{5}}{54} \frac{v^2}{\mu g}.$$

## BÀI TẬP

1. Một đầu máy tàu hỏa chuyển động trên đoạn đường ray thẳng CD với vận tốc  $v$  (H.12). Một ô tô chuyển động với vận tốc  $v/4$  trên con đường có dạng một cung tròn bán kính  $R$ . Khoảng cách từ tâm cung tròn đến đường ray bằng  $OK=2R$ . Vào một thời điểm nào đó đầu tàu ở điểm K còn ô tô ở điểm A. Hãy tìm vận tốc của đầu tàu đối với ô tô (hệ quy chiếu gắn liền với ô tô) vào thời điểm đó. Bỏ qua kích thước của ô tô và đầu tàu so với  $R$ .



Hình 12.

**ĐS:** Vận tốc tương đối bằng  $v/2$  và cùng hướng với đầu máy.

2. Trời đang mưa đá có một ô tô chuyển động với vận tốc  $u=29\text{km/h}$  trên đường nằm ngang. Một hạt mưa đá đập lên kính chắn sau của ô tô. Kính này nghiêng một góc  $\beta=30^\circ$  so với phương ngang. Hạt mưa bật ra theo phương ngang, ngược chiều chuyển động của ô tô. Cho rằng va chạm của hạt mưa đá với kính ô tô là hoàn toàn đàn hồi và vận tốc của hạt mưa trước khi va chạm hướng thẳng đứng, hãy tìm vận tốc của hạt mưa

- trước va chạm.
- sau va chạm.

**ĐS:** a)  $v_1 = 50\text{km/h}$ ; b)  $v_2 = 29\text{km/h}$ .

3. Một băng tải nằm ngang chuyển động với vận tốc không đổi  $v$ . Trên băng có một đĩa nhỏ (vòng đệm) chuyển động ngang với vận tốc  $3v$  theo hướng lập với mép đĩa một góc  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 2/3$ ).

a) Đĩa nhỏ có độ lớn vận tốc bằng bao nhiêu so với băng tải khi bắt đầu chuyển động trên băng?

b) Hệ số ma sát trượt giữa đĩa và băng tải lớn nhất bằng bao nhiêu để đĩa nhỏ vẫn đi vượt qua được băng tải?

$$\text{ĐS: a) } v_d = v\sqrt{14}; \text{ b) } \mu_{\max} = \frac{\sqrt{70}}{2} \frac{v^2}{gd}.$$

**Tô Bá** (sưu tầm & giới thiệu)

## ĐÁP ÁN CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

### TRUNG HỌC CƠ SỞ

TNCS1/22.  $V_A / V_B = 1,25$ , Không có đáp án đúng.

TNCS2/22. **Đáp án B.**

TNCS3/22. **Đáp án C.**

TNCS4/22. **Đáp án B.**

TNCS5/22. **Đáp án C.**

Gợi ý: Giả sử ta dịch các vật  $G_1, G_2$  lại gần O một đoạn  $l$  tới  $A'$  và  $B'$ . Trọng lực các vật là  $D_1$  và  $D_2$ . Điều kiện thanh AB cân bằng lúc đầu:  $P_1 \cdot OA = P_2 \cdot OB$  hay  $P_1(OA' + l) = P_2(OB' + l)$

$\rightarrow P_1OA' + P_1l = P_2 \cdot OB' + P_2l$  (\*). Vì  $OA < OB$  nên  $P_1 > P_2 \rightarrow P_1l > P_2l$ . Từ (\*) suy ra:  $P_1OA' < P_2OB'$ . Do đó thanh AB khi dịch chuyển 2 vật vào gần O cùng một đoạn.

Các bạn có đáp án đúng: **Nguyễn Phúc Hưng** 10A1, THPT Võ Thị Sáu, Đất Đỏ, Bà Rịa – Vũng Tàu; **Đỗ Minh Trí** 9/12, THCS thị xã Bến Tre; **Đinh Thành Quang** 11Lý, THPT Chuyên Lê Quý Đôn, Bình Định; **Phạm Thị Thu Hiền** 9/4, THCS Nguyễn Khuyến, Đà Nẵng; **Nguyễn Nam Anh** 11Lý, THPT Chuyên Hà Tĩnh; **Phạm Khánh Toàn** 8/4, THCS Lê Quý Đôn, Tp. Hải Dương; **Trần Thu Hiền** 11Lý, THPT Chuyên Hưng Yên; **Đoàn Việt Công** 10Lý, THPT Lương Văn Tuy, Ninh Bình; **Ngô Thanh Phúc** 10A4, THPT Chuyên ĐHVinh, Nghệ An; **Vũ Thị Nhung** 11Lý, THPT Chuyên Thái Bình; **Bùi Anh Phương** 10A, THPT Chuyên Thái Nguyên; **Đỗ Mạnh Việt, Tạ Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Tới, Nguyễn Thị Thanh Hải** 9A, THCS Yên Lạc, **Quách Thu Hương** 9C, THCS Lý Tự Trọng, Bình Xuyên, Vĩnh Phúc.

### TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TN1/22. **Đáp án A: -2,24MeV**

TN2/22. **Đáp án A:  $9,14 \frac{m}{s^2}$ ;**

Gợi ý: Gia tốc ở đây chính là gia tốc hướng tâm  $a = \frac{v^2}{(R+h)}$

TN3/22. Đáp án A:  $10\sqrt{2}kg$

Gợi ý:  $m = \frac{|\vec{F}|}{|\vec{a}|}$ .

TN4/22. Đáp án B: *Hiệu điện thế hãm sẽ bằng 0,6V;*

Gợi ý: Hiệu điện thế hãm phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng chứ không phụ thuộc khoảng cách từ nguồn sáng đến tế bào quang điện. Cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ cường độ chùm sáng chiếu đến catôt. Cường độ của chùm sáng giảm tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách.

TN5/22. Đáp án D: Tất cả các đáp án trên đều đúng.

Các bạn có đáp án đúng: *Trần Thái Hà* 12Lý THPT Chuyên Bắc Ninh; *Nguyễn Tiến Hùng* K18B, Phạm Việt Đức K18A Khối Chuyên Lý ĐHQG Hà Nội; *Nguyễn Mạnh Toàn* 12Lý THPT Chuyên Hưng Yên; *Đoàn Anh Quân, Vũ Ngọc Quang* 12Lý THPT Chuyên Vĩnh Phúc.