

S.C.No.—2104203

**B. Sc. EXAMINATION, 2023**

(Second Semester)

(Main/Re-appear)

MECHANICS-II

20UPHY201

Time : 3 Hours

Maximum Marks : 40

**Note :** Attempt any *Five* questions. All questions carry equal marks.

किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए । सभी प्रश्नों के अंक समान हैं ।

1. (a) A  $\pi_0$  meson at rest decays into two photons, which move along the  $x$ -axis. They are both detected simultaneously after a time,  $t = 10\text{s}$ . Find the time interval between the two detections in an

inertial frame moving with a velocity  $V = 0.6c$  in the direction of one of the photons.

आराम की स्थिति में एक  $\pi_0$  मेसन दो फोटॉनों में विघटित हो जाता है, जो  $x$ -अक्ष के साथ चलते हैं । वे दोनों एक समय,  $t = 10\text{s}$  के बाद एक साथ पाए जाते हैं । किसी एक फोटॉन की दिशा में  $V = 0.6c$  वेग से गतिमान एक जड़त्वीय फ्रेम में दो संसूचनों के बीच का समय अंतराल ज्ञात कीजिए ।

- (b) Find the orbit angular momentum of the planet of mass  $m$  moves in a circular orbit of radius  $r_0$  in the gravitational potential  $V(r) = -k/r$ , where  $k$  is a positive constant.

गुरुत्वाकर्षण क्षमता  $V(r) = -k/r$ , जहाँ  $k$  एक सकारात्मक स्थिरांक है, में द्रव्यमान  $m$  के ग्रह की कक्षा कोणीय गति त्रिज्या  $r_0$  की एक गोलाकार कक्षा में चलती है, ज्ञात कीजिए ।

- (c) Give a brief account of Poisson's ratio. What can be its maximum and minimum values ?

प्यासाँ कं अनुपात का संक्षिप्त विवरण दीजिए ।  
इसका अधिकतम और न्यूनतम मान क्या हो  
सकता है ?

- (d) What are Constraints ? Write a short note  
on types of constraint.

बाधाएँ क्या हैं ? बाधा के प्रकारों पर एक  
संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए ।

- (e) Give the Basic postulate of special theory  
of relativity.

सापेक्षता के विशेष सिद्धांत की मूल अभधारणा  
दीजिए ।

- (f) What is a double pendulum ? How many  
degree of freedom it has ?

दोहरा पेंडुलम क्या है ? इसमें कितने कोटि की  
स्वतंत्रता है ?

- (g) A particle of rest mass  $m_0$  moves along  
x axis of S frame according to the law

$x = \sqrt{a^2 + c^2 t^2}$  where  $a$  is a constant  
and  $c$  is the velocity of light, and  $t$  is  
time. Calculate force acting on the  
particle in this frame.

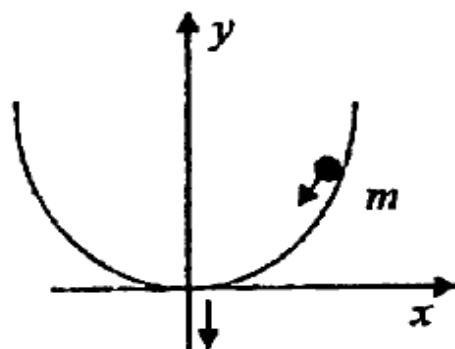
विश्राम द्रव्यमान  $m_0$  का एक कण नियम  
 $x = \sqrt{a^2 + c^2 t^2}$  के अनुसार S फ्रेम के  $x$   
अक्ष के अनुदिश गति करता है, जहाँ  $a$  एक  
स्थिरांक है और  $c$  प्रकाश का वेग है, और  $t$   
समय है । इस फ्रेम में कण पर लगने वाले  
बल की गणना कीजिए ।

- (h) Two particles each of rest mass  $m$  collide  
head-on and stick together. Before  
collision, the speed of each mass was  
0.6 times the speed of light in free space.  
Find the mass of the final entity.  $1 \times 8 = 8$   
शेष द्रव्यमान  $m$  वाले दो कण आमने-सामने  
टकराते हैं और आपस में चिपक जाते हैं ।  
टक्कर से पहले, प्रत्येक द्रव्यमान की गति मुक्त  
अंतरिक्ष में प्रकाश की गति से 0.6 गुना थी ।  
अंतिम इकाई का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए ।

2. (a) Obtain the equation of motion of a system  
of two masses, connected by an  
inextensible string passing over a small  
smooth pulley. 4

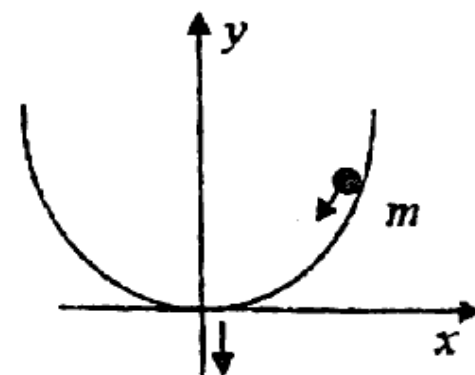
एक छोटी चिकनी चरखी के ऊपर से गुजरने वाली एक अविनाशकारी डोरी से जुड़े दो द्रव्यमानों की प्रणाली की गति का समीकरण प्राप्त कीजिए।

- (b) A particle of mass  $m$  slides under the gravity without friction along the parabolic path  $y = ax$  axis shown in the figure.



Here  $a$  is a constant. Find the Lagrangian for this particle also write the Lagrange's equation of motion.

द्रव्यमान  $m$  का एक कण चित्र में दिखाए गए परवलयिक पथ  $y = ax$  अक्ष के साथ घर्षण के बिना गुरुत्वाकर्षण के तहत स्लाइड करता है।



यहाँ  $a$  एक स्थिरांक है। इस कण के लिए लैग्रेंजियन ज्ञात कीजिए, लैग्रेंज की गति का समीकरण भी लिखता है।

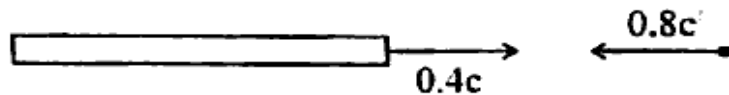
3. What is D'Alembert's principle? Derive Lagrange's equation of motion from it for conservation system. How will result be modified for non-conservative system? 8

डी-एलेम्बर्ट का सिद्धांत क्या है? संरक्षण प्रणाली के लिए इससे लैग्रेंज की गति का समीकरण प्राप्त कीजिए। गैर-रूढ़िवादी प्रणाली के लिए परिणाम कैसे संशोधित किया जाएगा?

4. A rod is moving with a speed of  $0.4c$  along its length in the positive  $x$ -direction, and a particle

is moving along the negative  $x$ -direction with a speed  $0.8c$  as shown in the figure below. Both the speeds are measured in an inertial frame  $S$ , and  $c$  is the velocity of light in free space. The length of the rod as measured in the  $S$ -frame is  $3.6$  m. 8

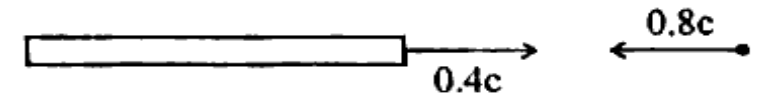
- (a) Find the relative velocity of the rod (in terms of  $c$ ) in the rest frame of the particle.
- (b) Find :
- the time taken for the particle to cross the rod in the  $S$ -frame and in the rest frame of the rod, and
  - time taken by the rod to cross the particle in the rest frame of the particle.



एक छड़ अपनी लंबाई के साथ सकारात्मक  $x$ -दिशा में  $0.4c$  की गति से चल रही है, और एक कण नकारात्मक  $x$ -दिशा के साथ  $0.8c$  की गति के साथ चल रहा है जैसा कि आगे दिए गए चित्र में दिखाया

गया है। दोनों गति को जड़त्वीय फ्रेम  $S$  में मापा जाता है, और  $c$  मुक्त स्थान में प्रकाश का वेग है।  $S$ -फ्रेम में मापी गई छड़ की लंबाई  $3.6$  मीटर है।

- (अ) कण के बाकी फ्रेम में छड़ का सापेक्ष वेग ( $c$  के संदर्भ में) ज्ञात कीजिए।
- (ब) ज्ञात कीजिए :
- कण को  $S$ -फ्रेम में और रॉड के बाकी फ्रेम में रॉड को पार करने में लगने वाला समय, और
  - कण के बाकी फ्रेम में कण को पार करने में रॉड द्वारा लिया गया समय।



5. What is special theory of relativity? Using a neat and clean diagram give the details of Michelson-Morley experiment and discuss about its entire outcome. What do you understand by constancy of speed of light?

सापेक्षता का विशेष सिद्धांत क्या है ? एक साफ-सुथरे आरेख का उपयोग करते हुए माइकल्सन-मॉर्ले प्रयोग का विवरण दीजिए और इसके संपूर्ण परिणाम के बारे में चर्चा कीजिए । प्रकाश की गति की स्थिरता से आप क्या समझते हैं ?

6. (a) Give the derivation for the relativistic form of Newton's second law of motion.

6

न्यूटन के गति के दूसरे नियम के सापेक्षिक रूप की व्युत्पत्ति दीजिए ।

- (b) Light from a distant star is observed to have a wavelength shift of 0.1%. What is the speed of the star ?

2

दूर के तारे से आने वाले प्रकाश में 0.1% की तरंगदैर्घ्य बदलाव देखा गया है । तारे की गति क्या है ?

7. (a) Obtain an expression for relativistic Doppler's effect.

6

सापेक्षतावादी डॉप्लर प्रभाव के लिए एक अभिव्यक्ति प्राप्त कीजिए ।

- (b) Rockets A and B are observed from the earth to be travelling with velocities  $0.8c$  and  $0.7c$  in the same direction. What is the velocity of B as seen by an observer in A ?

2

रॉकेट A और B को पृथ्वी से एक ही दिशा में  $0.8c$  और  $0.7c$  वेग के साथ यात्रा करते हुए देखा गया है । A में प्रेक्षक द्वारा देखे गए अनुसार B का वेग क्या है ?

8. (a) Explain Hook's Law ? What do you mean by elastic limit and breaking stress ?

6

हुक के नियम की व्याख्या कीजिए । प्रत्यास्थ सीमा तथा ब्रेकिंग स्ट्रेस से आपका क्या तात्पर्य है ?

- (b) What is elasticity and plasticity ? What is the effect of temperature on the elasticity of a body ?

2

लोच और प्लास्टिसिटी क्या है ? किसी पिंड की लोच पर तापमान का क्या प्रभाव पड़ता है ?

9. Explain clearly, what is meant by modulus of rigidity of a material ? Deduce an expression for the couple per unit twist for a wire of circular cross-section. 8

स्पष्ट रूप से समझाइये कि किसी पदार्थ की कठोरता के मापक से क्या तात्पर्य है ? वृत्ताकार अनुप्रस्थ काट के तार के लिए प्रति इकाई मोड़ जोड़े के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।