एकाइ 7 · बल र चाल: चालको वर्णन

उत्तरकुञ्जिका · शिक्षकका लागि

पूर्णाङ्क 34

अङ्क विभाजनमा दिइएका बुँदाका आधारमा अङ्क दिनुहोस्। फरक शब्दमा लेखिएको भए पनि उही कुरा भनेको उत्तर सही मानिन्छ।

1 मुख्य शब्द

ज्ञान · 4

1. दुरी
2. स्केलर
3. स्थानान्तरण
4. प्रवेग
5. गतिह्रास
6. 9.8 m/s
7. गति
8. स्थिर अवस्था

प्रत्येकको 0.5 अङ्क।

2 चित्रको नामाङ्कन

बोध · 2

1. सिधा, माथितिर: समान गति
2. सिधा, तलतिर: पछाडितिर समान गति
3. माथितिर मोडिँदै: वेग बढ्दै
4. तलतिर ढल्किँदै: वेग घट्दै

प्रत्येकको 0.5 अङ्क।

3 बहुवैकल्पिक प्रश्न

i. **ग.** प्रवेग — ज्ञान · 1

झुकाव = गतिमा आएको अन्तर ÷ समयमा आएको अन्तर = प्रवेग। (स्थानान्तरण–समय ग्राफको झुकावले चाहिँ गति दिन्छ।)

ii. **ग.** 5 m, लगभग उत्तरपूर्व — प्रयोग · 1

दुरी 3 + 4 = 7 m हुन्छ, तर स्थानान्तरण सुरुदेखि अन्त्यसम्मको सिधा रेखा हो। दुवै पटकको हिँडाइले समकोण त्रिभुज बनाउने भएकाले सिधा रेखा $\sqrt{(3^2 + 4^2)} = \sqrt{25}$ = **5 m** हुन्छ। यसको दिशा लगभग उत्तरपूर्व (पूर्वभन्दा अलि बढी उत्तरतिर) हुन्छ। “7 m” दुरी मात्र हो, त्यसैले धेरैले यही गलत उत्तर छान्छन्।

iii. **ख.** 3 m/s^2 — प्रयोग · 1

a = (v−u)/t = (25−10)/5 = 15/5 = **3 m/s^2**। “15” मा समयले भाग गर्न बिर्सिएको छ। “7” मा घटाउनुपर्नेमा जोडिएको छ: (25 + 10)/5। “2” भनेको 10 ÷ 5 मात्र हो।

iv. **ख.** वस्तु समान गतिले सुरुको ठाउँतिर फर्किँदै छ — बोध · 1

स्थानान्तरण एकनासले घट्दै गएकाले वस्तु **समान** (ऋणात्मक) गतिले **फर्किँदै** छ। मोटरसाइकलको CD खण्ड पनि यस्तै थियो। वेग घट्दै गएको भए रेखा सिधा नभई ढल्किँदै जाने **वक्र रेखा** हुन्थ्यो।

v. **ख.** स्थिर अवस्थाबाट समान प्रवेगले चल्न थालेको — बोध · 1

v–t ग्राफमा माथि जाने सिधा रेखाले बराबर समयमा गति बराबर मात्राले बढेको जनाउँछ। तसर्थ यो v = 0 बाट सुरु भएको **समान प्रवेग** हो। (s–t ग्राफमा यही आकारले समान गति जनाउँथ्यो। तसर्थ ग्राफ कुन हो भनेर सधैँ हेर्नुपर्छ।)

4 अति छोटो उत्तर

क. **अङ्क विभाजन** — ज्ञान · 1

✓ m/s^2 लेखेमा।

ख. **अङ्क विभाजन** — बोध · 1

✓ कार धनात्मक दिशाको विपरीत दिशामा चलिरहेको जनाउँछ भनी लेखेमा।

ग. **अङ्क विभाजन** **ज्ञान · 1**

✓ $v^2 = u^2 + 2as$ लेखेमा।

5 छोटो उत्तर

क. **अङ्क विभाजन** **ज्ञान · 2**

✓ जम्मा स्थानान्तरणलाई जम्मा समयले भाग गर्दा आउने राशि औसत गति हो भनी लेखेमा।

✓ गति परिवर्तनको दर प्रवेग हो, $a = (v - u)/t$ भनी लेखेमा।

ख. **अङ्क विभाजन** **बोध · 2**

✓ कुनै एउटा फरक, जस्तै: स्थानान्तरण–समय ग्राफको झुकावले गति दिन्छ; गति–समय ग्राफको झुकावले प्रवेग दिन्छ, लेखेमा।

✓ अर्को कुनै फरक, जस्तै: स्थानान्तरण–समय ग्राफमा x-अक्षसँग समानान्तर रेखाले स्थिर अवस्था जनाउँछ; गति–समय ग्राफमा समान गति जनाउँछ, लेखेमा।

ग. **अङ्क विभाजन** **बोध · 2**

✓ गतिमा मान र दिशा दुवै हुन्छन् (गति भेक्टर परिमाण हो) भनी लेखेमा।

✓ घुम्तीमा दिशा बदलिइरहने भएकाले वेग उही रहे पनि गति बदलिन्छ भनी लेखेमा।

6 लामो उत्तर

उत्तर **बोध · 4**

i. प्रवेगको परिभाषाअनुसार $a = (v - u)/t$ हुन्छ। तसर्थ $at = v - u$ र $v = u + at$।

ii. समान प्रवेगमा औसत गति $= (u + v)/2$ हुने भएकाले s = औसत गति × समय $= ((u + v)/2) \times t$ हुन्छ। यसमा $v = u + at$ राख्दा $s = ((u + u + at)/2) \times t = (u + ½at) \times t$, तसर्थ $s = ut + ½at^2$।

अङ्क विभाजन

✓ i. प्रवेगको परिभाषाबाट $a = (v - u)/t$ लेखेमा।

✓ $at = v - u$, तसर्थ $v = u + at$ निकालेमा।

✓ ii. s = औसत गति × समय $= ((u + v)/2) \times t$ लेखेमा।

✓ $v = u + at$ राखेर $s = (u + ½at)t = ut + ½at^2$ निकालेमा।

7 गणितीय समस्या

क. **उत्तर** **प्रयोग · 4**

$u = 0, a = 1.5\ m/s^2, t = 30\ s$

$s = ut + \frac{1}{2}at^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 1.5 \times 30^2 = 0.75 \times 900 =$ **675 m दक्षिणतिर**

$v = u + at = 0 + 1.5 \times 30 =$ **45 m/s दक्षिणतिर**

अङ्क विभाजन

✓ $s = ut + ½at^2$ मा $u = 0$, $a = 1.5\ m/s^2$ र $t = 30\ s$ राखेमा।

✓ s = 675 m निकालेमा।

✓ $v = u + at = 0 + 1.5 \times 30$ राखेमा।

✓ v = 45 m/s दक्षिणतिर निकालेमा।

ख. **उत्तर** प्रयोग · 4

i. समान गति: BC र DE (समतल रेखा)। समान प्रवेग: AB, CD र EF (माथितिर झुकेका सिधा रेखा)।
ii. CD: यसमा 4 s मा गति 15 m/s ले बढ्छ (3.75 m/s^2)। AB मा 4 s मा 10 m/s (2.5 m/s^2) र EF मा 4 s मा 5 m/s (1.25 m/s^2) मात्र बढ्छ।
iii. $a = (v - u)/t = (25 - 10)/(10 - 6) = 15/4 = 3.75\ m/s^2$
iv. स्थानान्तरण CD मुनिको समलम्ब चतुर्भुजको क्षेत्रफल हो: ½ × (10 + 25) × 4 = 70 m। (जाँच: $s = ut + ½at^2 = 10 × 4 + ½ × 3.75 × 16 = 70$ m)

अङ्क विभाजन

✓ i. समान गति BC र DE; समान प्रवेग AB, CD र EF लेखेमा।

✓ ii. CD (सबैभन्दा ठाडो, 3.75 m/s^2) लेखेमा।

✓ iii. $a = (25 - 10)/(10 - 6) = 3.75\ m/s^2$ निकालेमा।

✓ iv. CD मुनिको क्षेत्रफल = ½ × (10 + 25) × 4 = 70 m निकालेमा।

8 सोच्नुहोस्

उत्तर उच्च दक्षता · 2

ब्रेकले मोटरसाइकललाई रोक्छ, पछाडि गुडाउँदैन। $v = u + at$ अनुसार यो 20 ÷ 6 = 3.3 s मै रोकिन्छ। त्यसैले t = 4 s राख्दा मोटरसाइकल गलत तरिकाले "पछाडि" गुडेको हिसाब आउँछ। 4 s मा यसले रोकिने दुरी मात्र पार गर्छ: v = 0 राखेर $v^2 = u^2 + 2as$ बाट 0 = 400 − 12s, अर्थात् s = 33.3 m।

अङ्क विभाजन

✓ मोटरसाइकल 20 ÷ 6 ≈ 3.3 s मै रोकिने भएकाले t = 4 s राख्न मिल्दैन भनी लेखेमा।

✓ v = 0 राखेर $v^2 = u^2 + 2as$ बाट रोकिने दुरी s = 400 ÷ 12 ≈ 33.3 m निकालेमा।

9 क्रियाकलाप: भिरालो फलेकमा गुच्चा (क्रियाकलाप 7.2 र 7.3)

(अङ्क नदिइने)

विद्यार्थीले पाउनुपर्ने नतिजा

हरेक सेकेन्डमा पार गरेको दुरी बढ्दै जान्छ (करिब 1 : 3 : 5 : 7 को अनुपातमा)। त्यसैले हरेक सेकेन्डको गति लगभग उही मानले बढ्छ, अर्थात् गुच्चामा समान प्रवेग हुन्छ। स्थानान्तरण–समय ग्राफ झन् झन् ठाडो हुँदै जाने (माथितिर मोडिँदै जाने) वक्र हुन्छ, जसले वेग बढ्दै गएको जनाउँछ।

तहअनुसार अङ्क	ज्ञान	बोध	प्रयोग	उच्च दक्षता	**जम्मा**
अङ्क	9	13	10	2	**34**

एकाइ 7 · बल र चाल: इनर्सिया, न्युटनका नियम र इलास्टिसिटी

उत्तरकुञ्जिका · शिक्षकका लागि

पूर्णाङ्क 35

अङ्क विभाजनमा दिइएका बुँदाका आधारमा अङ्क दिनुहोस्। फरक शब्दमा लेखिएको भए पनि उही कुरा भनेको उत्तर सही मानिन्छ।

1 मुख्य शब्द

ज्ञान · 4

1. इनर्सिया
2. पिण्ड
3. स्थिर इनर्सिया
4. असन्तुलित बल
5. न्युटन
6. प्रतिक्रिया
7. इलास्टिक सीमा
8. प्लास्टिसिटी

प्रत्येकको 0.5 अङ्क।

2 चित्रको नामाङ्कन

ज्ञान · 3

1. झट्का
2. सिक्का
3. काँचको गिलास
4. कार्ड
5. सिक्का जहाँको त्यहीँ रहन्छ, अनि भित्र खस्छ
6. कार्ड उडेर जान्छ

प्रत्येकको 0.5 अङ्क।

3 बहुवैकल्पिक प्रश्न

i. **ख.** चाल इनर्सिया — बोध · 1

भुइँ छुनेबित्तिकै खुट्टा रोकिन्छन्, तर शरीरको बाँकी भाग बसकै वेगमा अगाडि गइरहन्छ (चाल इनर्सिया)। यसैले ओर्लने मानिस अगाडितिर लड्छन्।

ii. **घ.** दुई फरक फरक वस्तुमा लाग्छन् — ज्ञान · 1

क्रिया र प्रतिक्रिया बराबर र **विपरीत** हुन्छन् र **दुई फरक वस्तुमा** लाग्छन्। यी कहिल्यै एकले अर्कालाई रद्द नगर्नुको कारण पनि यही हो।

iii. **घ.** ब्याडमिन्टनको र्‍याकेटले कक हान्नु — बोध · 1

कक ठोक्किँदा र्‍याकेटका तार तन्किन्छन् र फेरि पहिलेकै अवस्थामा फर्केर ककलाई फाल्छन्। यो इलास्टिसिटी हो। बाँकी तीनओटामा वस्तुले नयाँ आकार कायम राख्छ, अर्थात् ती प्लास्टिसिटीका उदाहरण हुन्।

iv. **ख.** कारले पार गर्ने दुरी ट्रकले पार गर्ने दुरीभन्दा कम हुन्छ — प्रयोग · 1

उही बलका लागि $a = F/m$ हुन्छ। ट्रकको पिण्ड धेरै बढी भएकाले यसमा उत्पन्न हुने गतिह्रास धेरै कम हुन्छ र यसलाई रोकिन **लामो** दुरी चाहिन्छ ($s = u^2/2a$)। कार भने छोटो दुरीमै रोकिन्छ।

v. **ग.** रोकिएर बसेको, माल भरिएको ट्रक — बोध · 1

इनर्सिया वेगमा होइन, **पिण्डमा** मात्र निर्भर हुन्छ। ट्रकको पिण्ड सबैभन्दा धेरै भएकाले स्थिर अवस्थामा हुँदा पनि यसमा सबैभन्दा बढी इनर्सिया हुन्छ। (चलिरहेको वस्तुलाई रोक्न कति गाह्रो हुन्छ भन्ने कुरा भने पिण्डसँगै वेगमा पनि निर्भर हुन्छ। त्यो बेग्लै राशि हो र यसलाई **मोमेन्टम** भनिन्छ।)

4 अति छोटो उत्तर

क. **अङ्क विभाजन** ज्ञान · 1

✓ असन्तुलित बल नलागेसम्म स्थिर वस्तु स्थिर नै रहन्छ र चलिरहेको वस्तु सिधा रेखामा समान गतिले चलिरहन्छ भनी लेखेमा।

ख. **अङ्क विभाजन** ज्ञान · 1

✓ 1 kg पिण्डमा 1 m/s^2 को प्रवेग उत्पन्न गराउने बल भनी लेखेमा।

ग. **अङ्क विभाजन** बोध · 1

✓ स्टिल लेखेमा।

5 छोटो उत्तर

क. **अङ्क विभाजन** बोध · 2

✓ हल्लाउँदा हाँगा एक्कासि चल्छन्, तर पात र फल स्थिर अवस्थामै रहन खोज्छन् (स्थिर इनर्सिया) भनी लेखेमा।

✓ डाँठ जोडले तानिएर चुँडिन्छन् र पात तथा फल खस्छन् भनी लेखेमा।

ख. **अङ्क विभाजन** बोध · 2

✓ न्युटनको तेस्रो नियमअनुसार गोलीले बन्दुकलाई बराबर बलले पछाडि धकेल्छ र बन्दुकले पछाडि झट्का दिन्छ भनी लेखेमा।

✓ दरिलो आड दिँदा झट्का शरीरको ठुलो पिण्डसँग बाँडिन्छ र बन्दुक अलिकति मात्र पछाडि सर्छ, चोट लाग्दैन भनी लेखेमा।

ग. **अङ्क विभाजन** ज्ञान · 2

✓ कुनै एउटा फरक, जस्तै: डिफर्मिङ बल हटाउँदा इलास्टिक वस्तु मूल आकारमा फर्कन्छ; प्लास्टिक वस्तुले डिफर्म भएकै आकार कायम राख्छ, लेखेमा।

✓ अर्को कुनै फरक, जस्तै: इलास्टिसिटीमा परिवर्तन अस्थायी हुन्छ र रिस्टोरिङ बल विकसित हुन्छ; प्लास्टिसिटीमा परिवर्तन स्थायी हुन्छ र रिस्टोरिङ बल विकसित हुँदैन, लेखेमा।

घ. **अङ्क विभाजन** प्रयोग · 2

✓ क्रिया: खुट्टाले डुङ्गालाई पछाडि धकेल्छन्; प्रतिक्रिया: डुङ्गाले मानिसलाई अगाडि धकेल्छ भनी लेखेमा।

✓ पानीमा डुङ्गा सजिलै चल्ने भएकाले क्रियाले यसलाई किनारबाट टाढा सार्छ भनी लेखेमा।

6 लामो उत्तर

उत्तर बोध · 4

दोस्रो नियम: बलको प्रयोगबाट कुनै वस्तुमा उत्पन्न हुने प्रवेग त्यसमा लागेको बलसँग समानुपातिक र त्यसको पिण्डसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ।

प्रमाण: $a \propto F$ (पिण्ड स्थिर हुँदा) र $a \propto \frac{1}{m}$ (बल स्थिर हुँदा)। यी दुईलाई संयोजन गर्दा $a \propto \frac{F}{m}$ हुन्छ। तसर्थ $F \propto ma$ र $F = k\,ma$, जहाँ k अचर राशि हो।

1 kg पिण्ड भएको वस्तुमा 1 m/s^2 को प्रवेग उत्पन्न गराउने बललाई एक न्युटन भनिन्छ। F = 1 N, m = 1 kg र a = 1 m/s^2 राख्दा $1 = k \times 1 \times 1$ हुन्छ, अर्थात् k = 1। तसर्थ **F = ma**।

अङ्क विभाजन

✓ वस्तुमा उत्पन्न हुने प्रवेग लागेको बलसँग समानुपातिक र पिण्डसँग व्युत्क्रमानुपातिक हुन्छ भनी लेखेमा।

✓ $a \propto F$ (पिण्ड स्थिर) र $a \propto 1/m$ (बल स्थिर), तसर्थ $a \propto F/m$ र $F \propto ma$ लेखेमा।

✓ F = k ma, जहाँ k अचर राशि हो, लेखेमा।

✓ 1 N ले 1 kg मा 1 m/s^2 प्रवेग दिने भएकाले $1 = k \times 1 \times 1$, k = 1 र F = ma निकालेमा।

7 गणितीय समस्या

क. **उत्तर** — प्रयोग · 2

चलिरहेको जम्मा पिण्ड m = 50 + 12 = 62 kg
F = ma = 62 × 2 = **124 N** (ओरालोतिर)

अङ्क विभाजन

✓ जम्मा पिण्ड m = 50 + 12 = 62 kg निकालेमा।

✓ F = ma = 62 × 2 = 124 N निकालेमा।

ख. **उत्तर** — प्रयोग · 4

u = 72 km/h = 72 × 1000 ÷ 3600 = 20 m/s; v = 10 km/h = 10 × 1000 ÷ 3600 = 2.78 m/s; s = 50 m
$v^2 = u^2 + 2as \Rightarrow 2.78^2 = 20^2 + 2 \times a \times 50 \Rightarrow 7.72 = 400 + 100a \Rightarrow a = -3.92\ m/s^2$
F = ma = 1500 × (−3.92) = **−5880 N**। यो चालको विपरीत दिशामा लाग्ने करिब **5900 N** को ब्रेक बल हो।
(गतिह्रासलाई 3.9 m/s^2 मा राउन्ड गरेमा 1500 × 3.9 = 5850 N आउँछ। हिसाब देखाएमा दुवै उत्तर सही हुन्छन्।)

अङ्क विभाजन

✓ u = 72 km/h = 20 m/s र v = 10 km/h = 2.78 m/s मा बदलेमा।

✓ $v^2 = u^2 + 2as$ मा s = 50 m राखी 7.72 = 400 + 100a लेखेमा।

✓ a = −3.92 m/s^2 (3.92 m/s^2 को गतिह्रास) निकालेमा।

✓ F = ma = 1500 × 3.92 ≈ 5880 N, चालको विपरीत दिशामा निकालेमा।

8 सोच्नुहोस्

उत्तर — उच्च दक्षता · 2

क्रिया र प्रतिक्रिया फरक फरक वस्तुमा लाग्ने भएकाले कहिल्यै रद्द हुँदैनन्। घोडा चल्छ कि चल्दैन भन्ने थाहा पाउन घोडामा लाग्ने बल मात्र हेर्नुपर्छ। घोडाले खुरले जमिनलाई पछाडि धकेल्छ र जमिनले घोडालाई अगाडि धकेल्छ। यो अगाडितिरको बल गाडाले घोडालाई पछाडि तान्ने बलभन्दा बढी हुँदा घोडा र त्यससँगै गाडा अगाडि बढ्छन्।

अङ्क विभाजन

✓ घोडाको तान र गाडाको तान फरक वस्तुमा लाग्ने भएकाले रद्द हुँदैनन् भनी लेखेमा।

✓ जमिनले घोडालाई अगाडि धकेल्छ (खुरले जमिन पछाडि धकेलेको प्रतिक्रिया) र यो बल गाडाको तानभन्दा बढी हुँदा दुवै अगाडि बढ्छन् भनी लेखेमा।

9 क्रियाकलाप: बलले आकारमा के गर्छ (क्रियाकलाप 7.17)

(अङ्क नदिइने)

विद्यार्थीले पाउनुपर्ने नतिजा

रबर ब्यान्ड, बेलुन र स्टिलको स्प्रिङको आकार बदलिन्छ र बल हटाउँदा पहिलेकै अवस्थामा फर्कन्छन्। यी इलास्टिक हुन्। टुथपेस्टको ट्युब थिचिएकै र प्लास्टिकको झोलाको टुक्रा तन्किएकै रहन्छ। यी प्लास्टिक हुन्, स्थायी रूपमा डिफर्म भएका छन्। स्प्रिङलाई इलास्टिक सीमाभन्दा बढी तानेमा भने यो पनि फर्कंदैन।

Science Playground मा हेर्नुहोस्

यस एकाइसँग मिल्ने, भक्तपुरको Science Playground मा रहेका प्रदर्शनी र बिरुवा। विद्यार्थीसहित भ्रमणको समय science-playground.com/booking मा लिन सकिन्छ।

- **Newton's Cradle** (प्रदर्शनी): एउटा बल छोड्नुहोस्, अनि दुईवटा: अर्को छेउबाट त्यति नै बल उफ्रन्छन्, बराबर बलले धकेलिएर।
- **Saturn V - LEGO Model** (प्रदर्शनी): रकेटले तातो ग्यास तल धकेल्छ र ग्यासले रकेटलाई माथि धकेल्छ: Saturn V का इन्जिन खोज्नुहोस्।

तहअनुसार अङ्क	ज्ञान	बोध	प्रयोग	उच्च दक्षता	जम्मा
अङ्क	12	12	9	2	35