

# طبیعیات کے اصول

حنالد حنان یوسفزئی

جامعہ کامیٹ، اسلام آباد

khalidyousafzai@hotmail.com

۱۶ جنوری ۲۰۲۳



# عنوان

v

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

۱	پیش	۱
۷	وقت	۱.۱
۹	کیت	۲.۱
۱۰	کثافت	۱.۲.۱
۱۳	مختفی توانائی اور توانائی کی بقا	۲
۱۷	طاقت	۱.۰.۲
۲۵	مرکز کیت اور خطی معیار حرکت	۳
۲۵	ایک بُعد میں لچکی تصادم	۱.۳
۲۷	دو البعد میں تصادم	۲.۳
۲۹	متغیر کیت کے نظام: ہوائی بان	۳.۳
۴۹	جوابات	



## باب ۳

# سرگزیمت اور خطی معیار حرکت

## ۳.۱ ایک بُعد میں چکی تصادم

حرکت توانائی کی بقا درج ذیل لکھی جائے گی۔

$$(۳.۱) \quad \frac{1}{2}m_1v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2i}^2 = \frac{1}{2}m_1v_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2f}^2$$

ان ہمزا د مساوات کو  $v_{1f}$  اور  $v_{2f}$  کے لئے حل کرنے کی خاطر ہم مساوات 71.9 کو

$$(۳.۲) \quad m_1(v_{1i} - v_{1f}) = -m_2(v_{2i} - v_{2f})$$

اور مساوات ۳.۱ درج ذیل صورت میں لکھتے ہیں۔

$$(۳.۳) \quad m_1(v_{1i} - v_{1f})(v_{1i} + v_{1f}) = -m_2(v_{2i} - v_{2f})(v_{2i} + v_{2f})$$

مساوات ۳.۳ کو مساوات ۳.۲ سے تقسیم کر کے کچھ الجبرا کے بعد درج ذیل حاصل ہوں گے۔

$$(۳.۴) \quad v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_{1i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}v_{2i}$$

اور

$$(۳.۵) \quad v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_{1i} + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}v_{2i}$$

یاد رہے، زیر نوشت 1 اور 2 کسی خاص ترتیب سے مختص نہیں کیے گئے۔ مساوات 19.9 میں اور مساوات ۳.۴ اور مساوات ۳.۵ میں ان زیر نوشت کو آپس میں بدل کر لکھنے مساوات کی وہی جوڑی ملتی ہے۔ اس پر بھی توجہ

### باب ۳. مرکز کیت اور خطی معیار حرکت

دیں کہ  $v_{2i} = 0$  لیئے، شکل 18.9 میں جسم 2 ساکن ہدف ہوگا، اور مساوات ۴ اور مساوات ۵.۳ ہمیں بالترتیب مساوات 67.9 اور مساوات 68.9 دیتی ہیں۔

آزمائش ۱

شکل 18.9 میں گولے کا ابتدائی معیار حرکت  $6 \text{ kg m s}^{-1}$  اور اختتامی معیار حرکت (i)  $2 \text{ kg m s}^{-1}$  اور (ب)  $-2 \text{ kg m s}^{-1}$  ہونے کی صورت میں ہدف کا اختتامی خطی معیار حرکت کیا ہوگا؟ اگر گولے کی ابتدائی اور اختتامی حرکی توانائی بالترتیب  $5 \text{ J}$  اور  $2 \text{ J}$  ہو، ہدف کی اختتامی حرکی توانائی کیا ہوگی؟

نمونہ سوال ۳: چکے تصادم در چکے تصادم شکل 20a.9 میں  $v_{1i} = 10 \text{ m s}^{-1}$  سے چلتا ہوا سل 1 دو ساکن سلوں کی طرف بڑھتا ہے۔ تینوں سل ایک لکیر پر ہیں۔ یہ سل 2 سے ٹکراتا ہے جو آگے سل 3 سے جا کر ٹکراتا ہے، جس کی کیت  $m_3 = 6.0 \text{ kg}$  ہے۔ دوسرے تصادم کے بعد سل 2 دوبارہ ساکن ہے، اور سل 3 کی رفتار  $v_{3f} = 5.0 \text{ m s}^{-1}$  ہے (شکل 20b.9)۔ دونوں تصادم لچکی ہیں۔ سل 1 اور سل 2 کی کمیتیں کیا ہیں؟ سل 1 کی اختتامی رفتار  $v_{1f}$  کیا ہے؟

کلیدی صورتیں

چونکہ ہم تصادم لچکدار تصور کرتے ہیں لہذا امیکانی توانائی کی بقا ہوگی (یوں ٹکر کی آواز، گرمی، اور ارتعاش کی بدولت توانائی کا ضیاع نظر انداز کیا جاتا ہے)۔ کوئی بیرونی افقی قوت سلوں پر عمل نہیں کرتی لہذا محور  $x$  پر خطی معیار حرکت کی بقا ہوگی۔ ان دو جوہات کی بنیاد پر ہم دونوں تصادم پر مساوات 67.9 اور مساوات 68.9 کا اطلاق کر سکتے ہیں۔

حاجہ پہلے تصادم سے آغاز کرتے ہوئے ہمیں اتنے زیادہ نامعلوم متغیرات سے واسطہ ہوگا کہ آگے بڑھنا مشکل ہوگا: ہم سلوں کی کیت اور اختتامی سمتی رفتار نہیں جانتے۔ انہیں پہلے تصادم سے آغاز کریں، جس میں سل 3 کے ساتھ ٹکرانے کے بعد سل 2 رکتی ہے۔ مساوات 67.9 کا اطلاق اس تصادم پر کرتے ہیں جہاں ترقیم تبدیل کرتے ہوئے  $v_{2i}$  تصادم سے قبل سل 2 کی رفتار اور  $v_{2f}$  تصادم کے بعد اس کی رفتار دیتی ہیں۔ یوں درج ذیل ہوگا۔

$$v_{2f} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 + m_3} v_{2i}$$

اس میں  $v_{2f} = 0$  (سل 2 رک جاتا ہے) ڈالنے کے بعد  $m_3 = 6.0 \text{ kg}$  ڈال کر درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$m_2 = m_3 = 6.0 \text{ kg} \quad (\text{جواب})$$

اسی طرح ترقیم تبدیل کر کے دوسرے تصادم کے لئے مساوات 68.9 لکھتے ہیں

$$v_{3f} = \frac{2m_2}{m_2 + m_3} v_{2i}$$

جہاں  $v_{3f}$  تیسرے سل کی اختتامی سمتی رفتار ہے۔ اس میں  $m_3 = m_2$  ڈالنے کے بعد  $v_{3f} = 5.0 \text{ m s}^{-1}$  ڈال کر درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$v_{2i} = v_{3f} = 5.0 \text{ m s}^{-1}$$

آئیں اب پہلے تصادم پر غور کریں؛ ہمیں سل 2 کے لئے مستعمل ترقیم پر توجہ دینی ہوگی: تصادم کے بعد سل 2 کی سمتی رفتار  $v_{2f}$  وہی ہے جو تصادم سے قبل اس کی سمتی رفتار  $v_{2i} = 5.0 \text{ m s}^{-1}$  تھی۔ پہلے تصادم پر مساوات 68 کا اطلاق کر کے دی گئی  $v_{1i} = 10 \text{ m s}^{-1}$  ڈال کر ذیل ہوگا

$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i}$$

$$5.0 \text{ m s}^{-1} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} (10 \text{ m s}^{-1})$$

جو ذیل دیگا۔

$$m_1 = \frac{1}{3} m_2 = \frac{1}{3} (6.0 \text{ kg}) = 2.0 \text{ kg} \quad (\text{جواب})$$

یہ نتیجہ اور دی گئی  $v_{1i}$  استعمال کرتے ہوئے پہلے تصادم پر مساوات 67.9 کا اطلاق کر کے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i}$$

$$= \frac{\frac{1}{3} m_2 - m_2}{\frac{1}{3} m_2 + m_2} (10 \text{ m s}^{-1}) = -5.0 \text{ m s}^{-1} \quad (\text{جواب})$$

□

## ۳.۲ دو ابعاد میں تصادم

### مقاصد

اس حصہ کو پڑھنے کے بعد آپ درج ذیل کے مقابیل ہوں گے۔

جد انظام کے لئے جس میں دو بُعدی تصادم واقع ہو، ہر ایک محور پر معیار حرکت کی بقا کا اطلاق کرتے ہوئے، تصادم کے بُعد محور پر معیار حرکت کے اجزاء کا اسی محور پر تصادم سے قبل معیار حرکت کے اجزاء کے ساتھ رشتہ جان سکیں۔

جد انظام کے لئے جس میں دو بُعدی لچکی تصادم واقع ہو، (ا)، ہر ایک محور پر معیار حرکت کی بقا کا اطلاق کرتے ہوئے، تصادم کے بعد محور پر معیار حرکت کے اجزاء کا اسی محور پر تصادم سے قبل معیار حرکت کے اجزاء کے ساتھ رشتہ جان سکیں اور (ب) کل حرکی توانائی کی بقا کا اطلاق کر کے تصادم سے قبل اور تصادم کے بعد حرکی توانائیوں کا رشتہ جان سکیں۔

## کلیدی تصور

اگر دو جسم ٹکرائیں اور ان کی حرکت ایک محور پر نہ ہو (تصادم آمنے سامنے سے نہیں ہے)، تصادم دو بُعدی ہو گا۔ اگر دو جسمی نظام ہند اور جہد ہو، تصادم پر معیار حرکت کی بقا کے قانون کا اطلاق ہو گا لہذا درج ہو گا۔

$$\vec{P}_{1i} + \vec{P}_{2i} = \vec{P}_{1f} + \vec{P}_{2f}$$

یہ قانون اجزاء کی صورت میں دو مساوات (ہر بعد کے لئے ایک مساوات) دیگا جو تصادم کو بیان کرتی ہیں۔ اگر تصادم لچکی بھی ہو (جو ایک خصوصی صورت ہے)، تصادم کے دوران حرکت کی توانائی کی بقا (ذیل) تیسری مساوات دیگی۔

$$K_{1i} + K_{2i} = K_{1f} + K_{2f}$$

## دو بُعد میں تصادم

جب دو اجسام کا تصادم ہو، اجسام کس رخ حرکت کرتے ہیں، اس کا تعین ان کے بیچ ضرب (چھٹکا) کرتی ہے۔ بالخصوص، جب تصادم آمنے سامنے سے نہ ہو، اجسام اپنے اپنے ابتدائی محور پر نہیں رہتے۔ ایسے دو بُعدی تصادم میں جو ہند، اور جہد نظام میں واقع ہو، کل خطی معیار حرکت کی بقا ہوگی۔

$$(۳.۶) \quad \vec{P}_{1i} + \vec{P}_{2i} = \vec{P}_{1f} + \vec{P}_{2f}$$

اگر تصادم لچکی بھی ہو (جو ایک خصوصی صورت ہے)، تب کل حرکت کی توانائی کی بقا بھی ہوگی۔

$$(۳.۷) \quad K_{1i} + K_{2i} = K_{1f} + K_{2f}$$

دو بُعدی تصادم کا تجزیہ کرنے کے لئے مساوات ۳.۶ کو  $xy$  محددی نظام کے اجزاء کی صورت میں لکھنا زیادہ مفید ثابت ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر، شکل 21.9 میں ساکن ہدف کو گولا بغلی (آمنے سامنے سے نہیں) ٹکراتا ہے۔ ان کے بیچ ضرب، اجسام کو محور  $x$ ، جس پر گولا ابتدائی طور حرکت میں تھا، کے لحاظ سے  $\theta_1$  اور  $\theta_2$  زاویوں پر بھیجتی ہے۔ یہاں ہم مساوات ۳.۶ کو محور  $x$  کے ہمراہ ذیل

$$(۳.۸) \quad m_1 v_{1i} = m_1 v_{1f} \cos \theta_1 + m_2 v_{2f} \cos \theta_2$$

اور محور  $y$  کے ہمراہ ذیل لکھیں گے۔

$$(۳.۹) \quad 0 = -m_1 v_{1f} \sin \theta_1 + m_2 v_{2f} \sin \theta_2$$

ہم مساوات ۳.۷ کو (اس خصوصی صورت کے لئے) رفتار کے روپ میں لکھ سکتے ہیں۔

$$(۳.۱۰) \quad \frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2 \quad (\text{حرکت کی توانائی})$$



مساوات ۳.۸ تا مساوات ۳.۱۰ میں سات متغیر ہیں: دو کیمیت،  $m_1$  اور  $m_2$ ؛ تین رفتار،  $v_{1f}$ ،  $v_{1i}$ ، اور  $v_{2f}$ ؛ اور دو زاویے،  $\theta_1$  اور  $\theta_2$ ۔ اگر ہم ان میں سے کوئی بھی چار متغیرات جانتے ہوں، باقی تین متغیرات ان تین مساوات کو حل کر کے معلوم کیے جاسکتے ہیں۔

نمونہ سوال ۳.۲: فرض کریں شکل 21.9 میں گولے کا ابتدائی معیار حرکت  $6 \text{ kg m s}^{-1}$ ، جبکہ اختتامی معیار حرکت کا  $x$  جزو  $4 \text{ kg m s}^{-1}$  اور اختتامی معیار حرکت کا  $y$  جزو  $-3 \text{ kg m s}^{-1}$  ہے۔ ہدف کے (۱) اختتامی معیار حرکت کا  $x$  جزو اور (ب) اختتامی معیار حرکت کا  $y$  جزو کیا ہوں گے؟ □

### ۳.۳ متغیر کیمیت کے نظام: ہوائی بان

#### مقاصد

اس حصہ کو پڑھنے کے بعد آپ ذیل کے مقابل ہوں گے۔

**ہوائی بان:** ایک پہلی مساوات استعمال کر کے ہوائی بان کی کیمیت میں کمی کی شرح، ہوائی بان کے لحاظ سے انحرا جی مادے کی اضافی رفتار، ہوائی بان کی کیمیت، اور ہوائی بان کی اسراع کا رشتہ جان پائیں گے۔

ہوائی بان کی دوسری مساوات استعمال کر کے انحرا جی مادے کی اضافی رفتار کے لحاظ سے ہوائی بان کی رفتار، اور ہوائی بان کی ابتدائی اور اختتامی کیمیت کا رشتہ جان پائیں گے۔

ایک ایسا حرکت پذیر نظام جس کی کیمیت دی گئی شرح سے تبدیل ہوتی ہو کے لئے اس شرح اور معیار حرکت میں تبدیلی کا رشتہ جان پائیں گے۔

#### کلیدی تصورات

بیسرونی قوتوں کی غنیر موجودگی میں ہوائی بان درج ذیل لحقاتی شرح سے اسراع پذیر ہوگا،

$$Rv_{\text{اضافی}} = Ma \quad (\text{ہوائی بان کی پہلی مساوات})$$

جہاں  $M$  ہوائی بان کی لحقاتی کیمیت (بشمول غنیر استعمال شدہ ایندھن)،  $R$  ایندھن کی شرح، اور اضافی  $v$  ہوائی بان کے لحاظ سے انحراج کی اضافی رفتار ہے۔ جزو اضافی  $Rv$  ہوائی بان انجن کا دھکا ہے۔

مستقل  $R$  اور اضافی  $v$  کی صورت میں اگر ہوائی بان کی رفتار  $v_i$  سے تبدیل ہو کر  $v_f$  ہو جائے، اور کیمیت  $M_i$  سے تبدیل ہو کر  $M_f$  ہو جائے تب درج ذیل ہوگا۔

$$v_f - v_i = v_{\text{اضافی}} \ln \frac{M_i}{M_f} \quad (\text{ہوائی بان کی دوسری مساوات})$$

## متغیر کیت کے نظام: ہوائی بان

اب تک ہم فرض کرتے رہے ہیں کہ نظام کی کل کیت اٹل ہے۔ بعض اوقات، مثلاً ہوائی بان میں، ایسا نہیں ہو گا۔ اڑان سے قبل چوتراہ روائیج<sup>۲</sup> پر کھڑے ہوائی بان کی زیادہ تر کیت دراصل ایندھن ہوگی، جو آخر کار جیل کر ہوائی بان کے انجن کی ٹوٹنے<sup>۳</sup> سے دھوئیں کی شکل میں خارج ہوگا۔ اسراع پذیر ہوائی بان کی متغیر کیت سے نیپٹنے کی خاطر نیوٹن کے دوسرے قاعدے کا اطلاق، صرف ہوائی بان کی بجائے، ہوائی بان اور خارجی مواد دونوں کو اکٹھا لیتے ہوئے کیا جاتا ہے۔ ہوائی بان کی اسراع کے دوران اس نظام کی کیت تبدیل نہیں ہوگی۔

## اسراع کی تلاش

فرض کریں ہم جمودی حوالہ چھو کٹ کے لحاظ سے ساکن بیٹھے گہری فضا میں، جہاں کوئی تجاذبی یا ہوائی کی رگزی قوت موجود نہیں، ہوائی بان کو اسراع کرتا دیکھ رہے ہیں۔ اس یک بُعدی حرکت کے لئے ہم، اختیاری لمحہ  $t$  پر، ہوائی بان کی کیت  $M$  اور سمتی رفتار  $v$  فرض کرتے ہیں (شکل 22a.9)۔

شکل 22b.9 وقت دورانیہ  $dt$  کے بعد صورت حال پیش کرتی ہے۔ ہوائی بان کی سمتی رفتار  $v + dv$  اور کیت  $M + dM$  ہیں، جہاں کیت میں تبدیلی  $dM$  منفی مقدار ہے۔ وقفہ  $dt$  کے دوران ہوائی بان سے اخراجی مواد کی کیت  $-dM$  اور جمودی حوالہ چھو کٹ کے لحاظ سے مواد کی سمتی رفتار  $U$  ہے۔

## معیار حرکت کی بقا ہوگی

ہمارا نظام ہوائی بان اور وقفہ  $dt$  میں اخراجی مواد پر مشتمل ہے۔ نظام بند اور جدا ہے لہذا وقفہ  $dt$  کے دوران نظام کی خطی معیار حرکت کی بقا لازمی ہے۔ یوں ذیل ہوگا

$$(۳.۱۱) \quad P_i = P_f$$

جہاں زیر نوشتہ  $i$  اور  $f$  بالترتیب وقفہ  $dt$  کے آغاز میں اور اس کے اختتام پر قیمتیں ظاہر کرتی ہیں۔ مساوات ۳.۱۱ درج ذیل لکھی جاسکتی ہے

$$(۳.۱۲) \quad Mv = -dM U + (M + dM)(v + dv)$$

جہاں دائیں ہاتھ پہلا جزو وقفہ  $dt$  کے دوران خارج کردہ مواد کا خطی معیار حرکت اور دوسرا جزو وقفہ  $dt$  کے اختتام پر ہوائی بان کا خطی معیار حرکت ہے۔

## اضافی رفتار کا استعمال

مساوات ۳.۱۲ کی سادہ صورت ہوائی بان اور احسراجی مواد کے بیچ اضافی رفتار  $v$  اضافی استعمال کر کے حاصل کی جا سکتی ہے۔ اضافی رفتار اور چھوٹے کے لحاظ سے سمتی رفتاروں کے بیچ درج ذیل تعلق پایا جاتا ہے۔

$$\left( \text{چھوٹے کے لحاظ سے} \right) = \left( \text{احسراجی مواد کے لحاظ سے} \right) + \left( \text{ہوائی بان کی سمتی رفتار} \right)$$

اس کو علامتی روپ میں لکھتے ہیں۔

$$(v + dv) = v_{\text{اضافی}} + U$$

(۳.۱۳)

$$U = v + dv - v_{\text{اضافی}}$$

یعنی

اس نتیجہ کو مساوات ۳.۱۲ میں  $U$  کی جگہ ڈال کر کچھ الجبرا کے بعد ذیل حاصل ہوگا۔

(۳.۱۴)

$$-dM v_{\text{اضافی}} = M dv$$

دونوں اطراف  $dt$  سے تقسیم کرتے ہیں۔

(۳.۱۵)

$$-\frac{dM}{dt} v_{\text{اضافی}} = M \frac{dv}{dt}$$

ہم  $dM/dt$  (جو ہوائی بان کی کیفیت میں کمی کی شرح ہے) کو  $-R$  لکھتے ہیں، جہاں  $R$  ایندھن جلنے کی (مثبت) شرح ہے، اور  $dv/dt$  ہوائی بان کی اسراع ہے۔ ان تبدیلیوں کے ساتھ مساوات ۳.۱۵ ذیل روپ اختیار کرتی ہے۔

(۳.۱۶)

$$Rv_{\text{اضافی}} = Ma \quad (\text{ہوائی بان کی پہلی مساوات})$$

ہر لمحے پر مقداریر کی قیمتیں مساوات ۳.۱۶ مطمئن کرتی ہیں۔

مساوات ۳.۱۶ کا بائیں ہاتھ قوت کا بُعد ( $\text{kg s}^{-1} \cdot \text{m s}^{-1} = \text{kg} \cdot \text{m s}^{-2} = \text{N}$ ) رکھتا ہے اور صرف ہوائی بان کی بناوٹ پر منحصر ہے؛ یعنی، شرح  $R$  پر، جس سے ایندھن (کیٹ) صرف کیا جاتا ہے، اور رفتار  $v$  اضافی پر،

جس سے یہ کیفیت ہوائی بان سے حنا رنج کی جاتی ہے۔ ہم اس جزو اضافی  $Rv$  کو ہوائی بان کی قوت دھکیل<sup>۴</sup> کہتے ہیں اور  $T$  سے ظاہر کرتے ہیں۔ مساوات ۳.۱۶ کو  $T = Ma$  لکھ کر نیوٹن کا دوسرا قانون حاصل ہوتا ہے، جہاں اس لمحے پر جب ہوائی بان کی کیفیت  $M$  ہے اس کی اسراع  $a$  ہے۔

## سمتی رفتار کی تلاش

ہم جاننا چاہتے ہیں کہ جیسے ہوائی بان ایندھن صرف کرتا ہے اس کی سمتی رفتار کیسے تبدیل ہوگی۔ مساوات ۳.۱۴ ذیل کہتی ہے۔

$$dv = -v_{\text{اضافی}} \frac{dM}{M}$$

اس کے مکمل

$$\int_{v_i}^{v_f} dv = -v_{\text{اضافی}} \int_{M_i}^{M_f} \frac{dM}{M}$$

میں  $M_i$  ہوائی بان کی ابتدائی کیت اور  $M_f$  اختتامی کیت ہے۔ مکمل لینے سے ذیل حاصل ہوگا

$$v_f - v_i = v_{\text{اضافی}} \ln \frac{M_i}{M_f} \quad (\text{ہوائی بان کی دوسری مساوات}) \quad (۳.۱۷)$$

جو ہوائی بان کی کیت  $M_i$  سے گھٹ کر  $M_f$  ہونے کی صورت میں ہوائی بان کی رفتار میں اضافہ دیتی ہے۔ (مساوات ۳.۱۷ میں علامت  $\ln$  قدرتی لوگارتم ظاہر کرتی ہے۔) ہم یہاں **کثیر المراحل**<sup>۱</sup> ہوائی بان کی افادیت جان سکتے ہیں جو ایندھن ختم ہونے پر حالی ٹینک سے چھکارا حاصل کر کے  $M_f$  گھٹاتا ہے۔ مثالی ہوائی بان مطلوبہ مقام پر صرف ضروری ساز و سامان کے ساتھ پہنچے گا۔

نمونہ سوال ۳.۳: **ہوائی بان کا انجن، قوت، دھکیل، اسراع** اس باب کی تمام گزشتہ مثالوں میں نظام کی کیت اٹل تھی۔ یہاں ہم ایسے نظام (ہوائی بان) کی بات کرتے ہیں جس کی کیت بتدریج کم ہوتی ہے۔ ایک ہوائی بان جس کی ابتدائی کیت  $M_i = 850 \text{ kg}$  ہے  $R = 2.3 \text{ kg s}^{-1}$  شرح سے ایندھن صرف کرتا ہے۔ ہوائی بان کے لحاظ سے احسراجی مواد کی رفتار  $v_{\text{اضافی}} = 2800 \text{ m s}^{-1}$  ہے۔ (i) ہوائی بان کا انجن کتنی قوت دھکیل پیدا کرتا ہے؟

کلیدی تصور

مساوات ۳.۱۶ کے تحت ایندھن صرف کرنے کی شرح  $R$  کو احسراجی مواد کی اضافی رفتار  $v_{\text{اضافی}}$  سے ضرب دینے سے قوت دھکیل  $T$  حاصل ہوگی۔

حساب: یوں درج ذیل ہوگا۔

$$T = Rv_{\text{اضافی}} = (2.3 \text{ kg s}^{-1})(2800 \text{ m s}^{-1}) \\ = 6440 \text{ N} \approx 6400 \text{ N} \quad (\text{جواب})$$

(ب) ہوائی بان کی ابتدائی اسراع کیا ہوگی؟

کلیدی تصور

ہم ہوائی بان کی قوت دھکیل  $T$  اور اس کی اسراع کی قدر  $a$  کا رشتہ  $T = Ma$  جانتے ہیں، جہاں  $M$  ہوائی بان کی کیت ہے۔ لیکن، جیسے جیسے ایندھن صرف ہوتا ہے  $M$  گھٹتی اور  $a$  بڑھتا ہے۔ ہمیں ابتدائی اسراع درکار ہے لہذا ہم ہوائی بان کی ابتدائی کیت  $M_i$  لیں گے۔

<sup>۱</sup>natural logarithm  
multistage

حساب: ان معلومات سے ذیل حاصل ہو گا۔

$$a = \frac{T}{M} = \frac{6440 \text{ N}}{850 \text{ kg}} = 7.6 \text{ m s}^{-2} \quad (\text{جواب})$$

سطح زمین سے سیدھا اوپر اڑان کے لئے ضروری ہے کہ ابتدائی اسراع  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$  سے زیادہ ہو۔ یعنی، ابتدائی اسراع کو سطح زمین پر حب ذبی اسراع سے زیادہ ہونا ہو گا۔ دوسرے لفظوں میں، ہوائی بان پر ابتدائی حب ذبی قوت، جس کی قدر  $M_i g$  ہے

$$(850 \text{ kg})(9.8 \text{ m s}^{-2}) = 8330 \text{ N}$$

سے قوت دھکیل  $T$  کا زیادہ ہونا لازمی ہے، ورنہ ہوائی بان زمین سے اٹھنے کے مقابل نہیں ہو گا۔ چونکہ اس ہوائی بان کی قوت دھکیل (جو یہاں  $T = 6440 \text{ N}$  ہے) درکار قدر سے کم ہے لہذا یہ ہوائی بان اڑ نہیں پائے گا؛ یہاں زیادہ طاقتور ہوائی بان کی ضرورت ہے۔

□

## نظر ثانی اور خلاصہ

### مرکز کیفیت

ایک نظام جو  $n$  ذرات پر مشتمل ہو کے مرکز کیفیت کی تعریف وہ نقطہ ہے جس کے محدود درج ذیل ہوں۔

$$x_{\text{مرکز کیفیت}} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i x_i$$

$$y_{\text{مرکز کیفیت}} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i y_i$$

$$z_{\text{مرکز کیفیت}} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i z_i \quad (9.5)$$

اس کو مختصر اُذیل لکھا جاسکتا ہے، جہاں  $M$  نظام کی کل کیت  $\sum_{i=1}^n m_i$  ہے۔

$$\vec{r}_{\text{مرکز کیت}} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i \quad (9.8)$$

نیوٹن کا دوسرا قانون برائے ذرات کا نظام

ایک نظام، جو ذرات پر مشتمل ہو، کے مرکز کیت کی حرکت نیوٹن کے دوسرے قانون برائے ذرات پر مشتمل نظام کے تحت ہوگی، جو ذیل کہتا ہے۔

$$\vec{F}_{\text{نی}} = M \vec{a} \quad (9.14)$$

باب ۳. مرکز کیت اور خطی معیار حرکت

یہاں نظام پر لاگو تمام بیرونی قوتیں مل کر صافی قوت  $\vec{F}$  بنتی ہیں۔ نظام کی کل کیت  $M$ ، اور نظام کے مرکز کیت کی اسراع مرکز کیت  $\vec{a}$  ہے۔

خطی معیار حرکت اور نیوٹن کا دوسرا قانون

تہا ذرے کے لئے، مقدار  $\vec{p}$  متعارف کر کے، جو اس ذرے کا خطی معیار حرکت کہلاتا ہے اور جس کی تعریف ذیل ہے،

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (9.22)$$

ہم نیوٹن کا دوسرا قانون اس معیار حرکت کی صورت میں لکھ سکتے ہیں۔

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (9.23)$$

ذرات پر مشتمل نظام کے لئے مذکورہ بالا دو تعلق ذیل لکھا جائیں گے۔

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad \text{اور} \quad \vec{P} = M\vec{v} \quad \text{مرکز کیت} \quad (9.24, 9.25)$$

تصادم اور ضرب

تصادم میں ملوث ذرہ نما جسم پر معیار حرکت کے روپ میں نیوٹن کے دوسرے قانون کا اطلاق ضربے و خطی معیار حرکت کا مسئلہ دیگا:

$$\vec{p}_f - \vec{p}_i = \Delta\vec{p} = \vec{J} \quad (9.26, 9.27)$$

جہاں جسم کے خطی معیار حرکت میں تبدیلی  $\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$  ہے، اور ضربے  $\vec{J}$  وہ قوت  $\vec{F}(t)$  ہے جو تصادم کے دوران دوسرا جسم اس (پہلے جسم) پر لاگو کرتا ہے۔

$$\vec{J} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}(t) dt \quad (9.28)$$

اگر تصادم کا دورانیہ  $\Delta t$  اور اس دوران  $\vec{F}(t)$  کی اوسط قیمت  $F_{\text{اوسط}}$  ہو تب یک بُعدی حرکت کے لئے ذیل ہوگا۔

$$J = F_{\text{اوسط}} \Delta t \quad (9.29)$$

سکن جسم پر کیت  $m$  کے ذرے، جن کی رفتار  $v$  ہے، برس کر ذیل اوسط قوت پیدا کرتے ہیں

$$F_{\text{اوسط}} = -\frac{n}{\Delta t} \Delta p = -\frac{n}{\Delta t} m \Delta v \quad (9.30)$$

جہاں ساکن جسم سے ذروں کے تصادم کی شرح  $n/\Delta t$ ، اور ہر ایک ذرے کی رفتار میں تبدیلی  $\Delta v$  ہے (جسم ساکن رہتا ہے)۔ یہ اوسط قوت ذیل بھی لکھی جاسکتی ہے

$$F_{\text{اوسط}} = - \frac{\Delta M}{\Delta t} \Delta v \quad (9.40)$$

جہاں  $\Delta M/\Delta t$  وہ شرح ہے جس سے کیمت ساکن جسم سے ٹکراتی ہے۔ درج بالا دو مساوات میں اگر ذرے تصادم کے بعد رک جاتے ہوں تب  $\Delta v = -v$  ہوگا، اور اگر ذرے جسم پر ٹپکی کھا کر رفتار میں تبدیلی کے بغیر واپس لوٹیں تب  $\Delta v = -2v$  ہوگا۔

### خطی معیار حرکت کی بقا

جب نظام پر بیرونی قوت عمل نہیں کرتی، لہذا اس نظام کا خطی معیار حرکت تبدیل نہیں ہوگا۔

$$\vec{P} = \text{مستقل} \quad (\text{بند، جب نظام}) \quad (9.42)$$

اس کو ذیل بھی لکھ سکتے ہیں جہاں زیر نوشت کسی ابتدائی لمحہ اور اختتامی لمحہ کو ظاہر کرتی ہیں۔

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \quad (\text{بند، جب نظام}) \quad (9.43)$$

مذکورہ بالا دونوں مساوات خطی معیار حرکت کے بقا کو بیان کرتی ہیں۔

### ایک بُعد میں غیر لچکی تصادم

دو اجسام کی غیر لچکی تصادم میں دو جسمی نظام کی حرکت توانائی کی بقا نہیں ہوگی (حرکت توانائی مستقل نہیں ہوگی)۔ اگر نظام بند اور جدا ہو، نظام کے کل خطی معیار حرکت کی بقا لازماً ہوگی (یہ مستقل ہوگا)، جس کو سمتیہ روپ میں ذیل لکھا جاسکتا ہے، جہاں زیر نوشت  $i$  اور  $j$  بالترتیب تصادم سے عین قبل اور اس کے عین بعد لمحات ظاہر کرتی ہیں۔

$$\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f} \quad (9.50)$$

ذروں کی حرکت ایک محور پر ہونے کی صورت میں تصادم ایک بُعدی ہوگا اور ہم مذکورہ بالا مساوات کو محور کے ہمراہ سمتی رفتار اجزاء کی صورت میں ذیل لکھ سکتے ہیں۔

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \quad (9.51)$$

اگر دو جسم آپس میں چپک جائیں، تصادم مکمل غیر لچکی ہوگا اور دونوں اجسام کی اختتامی سمتی رفتار  $V$  ہوگی (کیونکہ یہ آپس میں جڑے ہیں)۔

### مرکز کیت کی حرکت

دو متصادم اجسام کے بند، جدا نظام کے مرکز کیت پر تصادم اثر انداز نہیں ہوگا۔ بالخصوص، مرکز کیت کی سمتی رفتار مرکز کیت  $\vec{v}$  کو تصادم تبدیل نہیں کرتا۔

### ایک بُعد میں لچکی تصادم

لچکی تصادم ایک خاص قسم کا تصادم ہے جس میں متصادم اجسام کے نظام کی حرکت توانائی برقرار رہتی ہے۔ اگر نظام بند اور جدا بھی ہو، اس کا خطی معیار حرکت بھی برقرار رہے گا۔ یک بُعدی تصادم کے لئے، جس میں جسم 2 ہدف اور جسم 1 گولا ہے، حرکتی توانائی اور خطی معیار حرکت کی بقا، تصادم کے عین بعد سمتی رفتاروں کے لئے درج ذیل مساوات دیتی ہیں۔

$$(9.64) \quad v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i}$$

$$(9.65) \quad v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i}$$

### دو البعاد میں تصادم

اگر دو جسم یوں ٹکرائیں کہ ان کی حرکت ایک ہی محور پر نہ ہو (ٹکرائنے والے سے نہیں)، تصادم دو بُعدی ہوگا۔ اگر دو جسمی نظام بند اور جدا ہو، معیار حرکت کی بقا کے قانون کا اطلاق تصادم پر ہوگا جو ذیل لکھا جائے گا۔

$$(9.66) \quad \vec{P}_{1i} + \vec{P}_{2i} = \vec{P}_{1f} + \vec{P}_{2f}$$

اجزاء کے روپ میں یہ قانون دو مساوات دے گا جو تصادم کو بیان کریں گی (دو البعاد میں ہر بُعد کے لئے ایک مساوات)۔ اگر تصادم لچکی بھی ہو (خصوصی صورت)، تصادم کے دوران حرکتی توانائی کی بقا تیسری مساوات دیگی۔

$$(9.67) \quad K_{1i} + K_{2i} = K_{1f} + K_{2f}$$

### متغیر کیتی نظام

سیرونی قوتوں کی عدم موجودگی میں ہوائی بان ذیل لمحاتی شرح سے اسراع پذیر ہوگا

$$(9.68) \quad Rv_{\text{ہوائی بان}} = Ma \quad (\text{ہوائی بان کی پہلی مساوات})$$

جہاں  $M$  ہوائی بان کی لمحاتی کیت (جس میں غنیر استعمال شدہ ایندھن شامل ہے)،  $R$  ایندھن کے اسراع کی شرح، اور  $v_{\text{ہوائی بان}}$  ہوائی بان کے لحاظ سے اسراع کی اضافی رفتار ہے۔ جبزو  $Rv_{\text{ہوائی بان}}$  ہوائی بان کی انجن کی

قوت دھکیل ہے۔ جب ایک ہوائی بان کی، جس کی  $R$  اور  $v_{\text{ہوائی بان}}$  اٹل ہو، کیت  $M_i$  سے  $M_f$  ہونے پر اس کی رفتار  $v_i$  سے  $v_f$  ہو، درج ذیل ہوگا۔

$$(9.69) \quad v_f - v_i = v_{\text{ہوائی بان}} \ln \frac{M_i}{M_f} \quad (\text{ہوائی بان کی دوسری مساوات})$$



## سوالات

سوال ۳.۱: تین ذرات جن پر بیرونی قوتیں عمل کرتی ہیں کافضائی جانزہ شکل 9-23 میں پیش ہے۔ دو ذروں پر قوتوں کی متدریس اور سمتیں دی گئی ہیں۔ تین ذروی نظام کا مرکز کمیت (ا) ساکن، (ب) دائیں رخ مستقل سمتی رفتار سے، اور (ج) اوپر وار اسراع پذیر ہونے کی صورت میں تیسری قوت کی متدر اور سمت تلاش کریں۔

سوال ۳.۲: بلار گڑ مستوی پر مستقل سمتی رفتاروں سے حرکت کرتے ہوئے ایک برابر کمیت کے چار ذروں کافضائی جانزہ شکل 9-24 میں پیش ہے۔ سمتی رفتاروں کے رخ دیے گئے ہیں؛ ان کی متدریں برابر ہیں۔ ذروں کی جوڑیاں بنائیں۔ کون سی جوڑی ایسا نظام دیتی ہے جس کا مرکز کمیت (ساکن ہے)، (ب) ساکن ہے اور مبدا پر ہے، اور (ج) مبدا سے گزرتا ہے؟

سوال ۳.۳: فرض کریں ایک ڈب، جو  $x$  محور پر مستقل مثبت سمتی رفتار سے حرکت میں ہو، دھماکے سے دو ٹکڑوں میں تقسیم ہوتا ہے۔ ایک ٹکڑا، جس کی کمیت  $m_1$  ہے، مثبت سمتی رفتار  $\vec{v}_1$  سے حرکت کرتا ہے۔ دوسرا ٹکڑا جس کی کمیت  $m_2$  ہے (ا) مثبت سمتی رفتار  $\vec{v}_2$  (شکل 9-25a)، (ب) منفی سمتی رفتار  $\vec{v}_2$  (شکل 9-25b)، یا (ج) صفر سمتی رفتار (شکل 9-25c) رکھ سکتا ہے۔ ان ممکن نتائج کی درجہ بندی مطابقتی  $\vec{v}_1$  کی متدر کے لحاظ سے، اعظم اول رکھ کر، کریں۔

سوال ۳.۴: تصادم میں ملوث جسم کے لئے قوت کی متدر بالمقابل وقت کی تریسات شکل 9-26 میں پیش ہیں۔ تریسات کی درجہ بندی جسم پر قوت دھکیل کی متدر کے لحاظ سے، اعظم اول رکھ کر، کریں۔

سوال ۳.۵: بلار گڑ مستوی پر حرکت کرتے تین ڈبوں پر عمل پیرا قوت کافضائی نظامہ شکل 9-27 میں پیش ہے۔ ہر ایک ڈب کے لئے، کیا محور  $x$  اور محور  $y$  کے ہمراہ خطی معیار حرکت کی بقا ہوگی؟

سوال ۳.۶: تین یا چار یکساں ذروں کا گروہ، جو محور  $x$  یا محور  $y$  کے متوازی ایک رفتار سے حرکت کرتے ہوں، شکل 9-28 میں دکھایا گیا ہے۔ مرکز کمیت کی رفتار کے لحاظ سے ان کی درجہ بندی، اعظم اول رکھ کر، کریں۔

سوال ۳.۷: ایک سل بلار گڑ منر شش پر حرکت کر کے اس جتنی کمیت کی دوسری سل سے ٹکراتی ہے۔ شکل 9-29 میں سلوں کی حرکت توانائی  $K$  کی چار ممکن تریسات پیش ہیں۔ (ا) ان میں سے کون سی طبیعی وجوہات کی بنا پر ممکن نہیں؟ باقی میں سے کونسی (ب) لچکی تصادم اور (ج) غیر لچکی تصادم بہتر ظاہر کرتی ہے؟

سوال ۳.۸: بلار گڑ منر شش پر محور  $x$  کے ہمراہ سل 1 ساکن سل 2 کی طرف بڑھتا ہے۔ عین لچکی تصادم سے قبل لمحہ پر ان کی تصویر کشی شکل 9-30 میں کی گئی ہے۔ اس لمحہ پر دو سل نظام کے مرکز کمیت کے تین ممکن معتام بھی پیش ہیں۔ (نقطہ  $B$  سلوں کے مراکز کے درمیان نصف فاصلے پر ہے۔) اگر تصادم کے بعد نظام کا مرکز کمیت (ا)  $A$  پر، (ب)  $B$  پر، اور (ج)  $C$  پر ہو، کیا سل 1 ساکن ہوگا؟ آگے کی طرف گامزن ہوگا؟ پیچھے کی طرف گامزن ہوگا؟

سوال ۳.۹: دو اجسام محور  $x$  کے ہمراہ یک بعدی لچکی تصادم کا شکار ہوتے ہیں۔ شکل 9-31 میں اجسام اور مرکز کمیت کے معتام بالمقابل وقت تریسات پیش ہیں۔ (ا) کیا دونوں جسم ابتدائی طور پر حرکت میں تھے، یا ان میں سے ایک ساکن تھا؟ کونسا لکیری قطع (ب) تصادم سے قبل اور (ج) تصادم کے بعد مرکز کمیت دیتا ہے؟ (د) کیا تصادم سے قبل زیادہ تیز حرکت کرتے جسم کی کمیت دوسرے جسم کی کمیت سے زیادہ ہے، کم ہے، یا اس

کے برابر ہے؟

سوال ۳.۱۰: افقی مندرش پر سل ابتدائی طور ساکن، محور  $x$  کے ہمراہ مثبت رخ، یا محور کے منفی رخ حرکت میں ہے۔ سل دھماکے سے دو ٹکڑوں میں تقسیم ہوتا ہے جو اسی محور پر حرکت کرتے ہیں۔ مندرش کریں سل اور اس کے دو ٹکڑے ایک بند اور جدا نظام دیتے ہیں۔ سل اور ٹکڑوں کے معیار حرکت بالمتقابل وقت  $t$  کی چھ ترسیات شکل 32.9 میں پیش ہیں۔ کونسی ترسیات طبعی ناممکن ہیں؟ وجوہات پیش کریں۔

سوال ۳.۱۱: محور  $x$  پر کیت  $m_1$  کا سل بلار گز مندرش پر چلتا ہو ا کیت  $m_2$  کے ساکن سل سے لچکی متصادم ہوتا ہے۔ شکل 33.9 میں سل 1 کا مقام  $x$  بالمتقابل وقت  $t$  ٹھوس لکیر سے پیش کیا گیا ہے، جس پر نقطہ تصادم  $x_c$  اور وقت تصادم  $t_c$  کی نشاندہی کی گئی ہے۔ اگر (ا)  $m_1 < m_2$  اور (ب)  $m_1 > m_2$  ہو، تصادم کے بعد سل 1 نقطہ دار راہ  $A, B, C$ ، اور  $D$  میں کس کس پر گامزن ہوگا؟ (ج) اگر  $m_1 = m_2$  ہو یہ راہ 1، 2، 3، 4، اور 4 میں کس کس پر گامزن ہوگا؟

سوال ۳.۱۲: دو جسم اور ان کے مرکز کیت کی مقام بالمتقابل وقت کی چار ترسیات پیش ہیں۔ یہ جسم بند اور جدا نظام دیتے ہیں اور محور  $x$  پر چلتے ہوئے ایک بعدی مکمل غیر لچکی تصادم کا شکار ہوتے ہیں۔ کیا ترسیم 1 میں (ا) دو جسم اور (ب) مرکز کیت محور  $x$  پر مثبت رخ یا منفی رخ حرکت کرتے ہیں؟ (ج) کونسی ترسیم طبعی ناممکن ہے؟ وجوہات پیش کریں۔

### مرکز کیت

سوال ۳.۱۳: کیت 2.00 kg ذرے کا  $xy$  محدود  $(-1.20 \text{ m}, 0.500 \text{ m})$ ، اور کیت 4.00 kg ذرے کا  $xy$  محدود  $(0.600 \text{ m}, -0.750 \text{ m})$  ہے۔ دونوں افقی مستوی پر پائے جاتے ہیں۔ کیت 3.00 kg کا تیسرا ذرہ کس (ا)  $x$  اور (ب)  $y$  پر رکھ کر تین ذروی نظام کا مرکز کیت  $(-0.500 \text{ m}, -0.700 \text{ m})$  پر ہوگا؟

سوال ۳.۱۴: تین ذروی نظام جس میں  $m_1 = 3.0 \text{ kg}$ ،  $m_2 = 4.0 \text{ kg}$ ، اور  $m_3 = 8.0 \text{ kg}$  ہے شکل 35.9 میں پیش ہے۔ محور کے پیم  $x_s = 2.0 \text{ m}$  اور  $y_s = 2.0 \text{ m}$  کے لحاظ سے رکھے گئے ہیں۔ نظام کے مرکز کیت (ا)  $x$  محدود اور (ب)  $y$  محدود کیا ہوگا؟ (ج) کیا  $m_3$  بتدریج بڑھانے سے مرکز کیت اس ذرے کی جانب منتقل ہوگا، اس سے دور منتقل ہوگا، یا ساکن رہے گا؟

سوال ۳.۱۵: ایک سل جس کے اضلاع  $d_1 = 11.0 \text{ cm}$ ،  $d_2 = 2.80 \text{ cm}$ ، اور  $d_3 = 13.0 \text{ cm}$  ہیں شکل 36.9 میں دکھایا گیا ہے۔ اس کا نصف حصہ المونیم (کثافت  $2.70 \text{ g cm}^{-3}$ ) اور آدھا لوہے (کثافت  $7.85 \text{ g cm}^{-3}$ ) کا ہے۔ سل کے مرکز کیت (ا)  $x$  محدود، (ب)  $y$  محدود، اور (ج)  $z$  محدود کیا ہوگا؟

سوال ۳.۱۶: تین یکساں پیکر ڈنڈیاں جن میں ہر ایک کی لمبائی  $L = 22 \text{ cm}$  ہے سل کر الٹ نون غنڈہ بناتی ہیں (شکل 37.9)۔ انتصابی ڈنڈی کی کیت 14 g اور افقی ڈنڈی کی کیت 42 g ہے۔ نظام کے مرکز کیت (ا)  $x$  محدود اور (ب)  $y$  محدود کیا ہوگا؟

سوال ۳.۱۷: یکساں موٹائی کا چادر شکل 38.9 میں پیش ہے۔ اگر  $L = 5.0 \text{ cm}$  ہو چادر کے مرکز کیت (ا)  $x$  محدود اور (ب)  $y$  محدود کیا ہوگا؟

سوال ۳.۱۸: متابل نظر انداز موٹائی کی یکساں دھاتی چادر سے بنایا گیا مکعب شکل 39.9 میں پیش ہے۔ مکعب اوپر سے کھلا ہے اور اس کا کنارہ  $L = 40 \text{ cm}$  لمبا ہے۔ مکعب کے مرکز کیمیت کا (i) محدود، (ب)  $y$  محدود، اور (ج)  $z$  محدود تلاش کریں۔

سوال ۳.۱۹: ایونیا سال ( $\text{NH}_3$ )، جس میں ہائیڈروجن جوہر (H) متاوی الاضلاع مثلث بناتے ہیں، شکل 40.9 میں پیش ہے۔ مثلث کا مرکز ہر H جوہر سے  $d = 9.40 \times 10^{-11} \text{ m}$  فاصلے پر ہے۔ نائیٹروجن جوہر N اس ہر م کی چوٹی پر واقع ہے جس کا تل تین H جوہر بناتے ہیں۔ نائیٹروجن اور ہائیڈروجن کی جوہری کیمیت نسبت 13.9، اور نائیٹروجن تا ہائیڈروجن فاصلہ  $L = 10.14 \times 10^{-11} \text{ m}$  ہے۔ سال کے مرکز کیمیت کا (i) محدود اور (ب)  $y$  محدود کیا ہوگا؟

سوال ۳.۲۰: یکساں پیکر کی بوتل جس کی کیمیت 0.140 kg اور لمبائی 12.0 cm ہے، میں 0.354 kg مشروب بھری ہے (شکل 41.9)۔ بوتل کے سر اور تل میں، مشروب خارج کرنے کی عرض سے، باریک سوراخ (جو بوتل کی کیمیت پر اثر انداز نہیں ہوتے) کیے جاتے ہیں۔ (i) مکمل بھری بوتل (مجموع مشروب) کے مرکز کیمیت کی اور (ب) مکمل خالی بوتل کے مرکز کیمیت کی بلندی  $h$  کیا ہوگی؟ (ج) جیسے جیسے مشروب خارج ہوتا ہے،  $h$  کو کیا ہوگا؟ (د) مرکز کیمیت کے لمحاتی بلندی کو  $x$  کہہ کر اس کی کمتر قیمت تلاش کریں۔

### نیوٹن کا دوسرا تعادہ برائے ذرات کا نظام

سوال ۳.۲۱: ایک پتھر  $t = 0$  پر گرنے دیا جاتا ہے۔ دوسرا پتھر جس کی کیمیت دگنی ہے، اسی بلندی سے،  $t = 100 \text{ ms}$  پر گرنے دیا جاتا ہے۔ (i) نقطہ رہائی سے،  $t = 300 \text{ ms}$  پر، دو پتھر نظام کا مرکز کیمیت کتنا نیچے ہوگا؟ (دونوں پتھر اس لمحے تک ہوا میں ہیں)۔ (ب) اس لمحے پر دو پتھر نظام کا مرکز کیمیت کس رفتار سے حرکت کرتا ہے؟

سوال ۳.۲۲: چوراہا بتی پر  $1000 \text{ kg}$  کیمیت کی گاڑی کھڑی ہے۔ جیسے ہی بتی سبز ہوتی ہے گاڑی  $4.0 \text{ ms}^{-2}$  مستقل اسراع سے حرکت میں آتی ہے۔ عین اسی لمحے ایک ٹرک جس کی کیمیت  $2000 \text{ kg}$  اور جو  $8.0 \text{ ms}^{-1}$  رفتار سے چل رہا ہے گاڑی سے آگے نکلتا ہے۔ (i) گاڑی و ٹرک نظام کا مرکز کیمیت  $t = 3.0 \text{ s}$  بعد بتی سے کتنا دور اور (ب) اس کی رفتار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۲۳: زیٹون کا ایک بڑا پھل ( $m = 0.50 \text{ kg}$ )  $xy$  محدودی نظام کے مرکز پر، اور جو برازیل  $M = 1.5 \text{ kg}$  نقطہ  $(1.0 \text{ m}, 2.0 \text{ m})$  پر پڑا ہے۔ لمحہ  $t = 0$  پر قوت  $\vec{F}_z = (2.0\hat{i} + 3.0\hat{j}) \text{ N}$  زیٹون کے پھل پر اور  $\vec{F}_j = (-3.0\hat{i} - 2.0\hat{j}) \text{ N}$  جو برازیل پر عمل کرنا شروع کرتی ہیں۔ لمحہ  $t = 0$  کے لحاظ سے  $t = 4.0 \text{ s}$  پر زیٹون و جو نظام کے مرکز کیمیت کا ہٹاوا کائی سستی ترقیم میں کیا ہوگا؟

سوال ۳.۲۴: دو پھسلن باز، جن میں سے ایک کی کیمیت 65 kg اور دوسرے کی 40 kg ہے، 10 m لمبا ڈنڈا، جس کی کیمیت متابل نظر انداز ہے، ہٹامے رنڈ پر کھڑے ہیں۔ ڈنڈے کے سروں سے آغاز کرتے ہوئے پھسلن باز ڈنڈا کھینچ کر، ڈنڈے کے ہمراہ حرکت کرتے ہوئے قریب آکر، ملتے ہیں۔ کم کمیتی شخص کتنا فاصلہ طے کرتا ہے؟

سوال ۳.۲۵: ایک گولا  $20 \text{ ms}^{-1}$  کی ابتدائی سستی رفتار  $\vec{v}_0$  کے ساتھ افق سے  $\theta_0 = 60^\circ$  زاویہ اوپر پھینکا جاتا ہے۔ خط حرکت کے بلند تر نقطہ پر گولا دھماکے سے دو برابر ٹکڑوں میں تقسیم ہوتا ہے (شکل 9-42)۔ ایک ٹکڑا جس

### باب ۳: مرکز کیت اور خطی معیار حرکت

کارفتر دھماکے کے عین بعد صفر سے سیدھا نیچے گرتا ہے۔ دوسرا ٹکڑا توپ سے کتنے فاصلے پر گرتا ہے؟ (ہوائی رگڑ نظر انداز کریں اور زمین ہموار تصور کریں۔)

سوال ۳۲: وقت  $t = 0$  پر دو ذرے محدودی نظام کے مبداء سے پھینکے جاتے ہیں (شکل 9-43)۔ ذرہ 1 جس کی کیت  $m_1 = 5.00 \text{ g}$  ہے بلارگڑ افقی زمین پر محور  $x$  کے ہمراہ  $10.0 \text{ ms}^{-1}$  رفتار سے روانا کیا جاتا ہے۔ ذرہ 2 جس کی کیت  $m_2 = 3.00 \text{ g}$  ہے  $20 \text{ ms}^{-1}$  سے اوپری زاویے پر یوں پھینکا جاتا ہے کہ یہ ہر لمحہ ذرہ 1 کے ٹھیک اوپر رہتا ہے۔ (ا) دو ذرے نظام کا مرکز کیت کتنی زیادہ سے زیادہ بلندی  $H$  کو پہنچتا ہے؟ اکائی سستی ترقیم میں مرکز کیت کی (ب) سستی رفتار اور (ج) اسراع اس لمحے کیا ہوگی جب مرکز کیت بلند  $H$  پر ہو؟

سوال ۳۲: ایک ریڑھی جو ہوائی ڈگر پر چلتی ہے سی کے ذریعہ اینٹ سے منسلک ہے جو ٹکڑے رہی ہے (شکل 44.9)۔ ریڑھی کی کیت  $m_1 = 0.600 \text{ kg}$  اور اس کا مرکز کیت ابتدائی طور پر  $(-0.500 \text{ m}, 0 \text{ m})$  محدود ہے۔ اینٹ کی کیت  $m_2 = 0.400 \text{ kg}$  اور اس کا مرکز کیت ابتدائی طور پر  $(0 \text{ m}, -0.100 \text{ m})$  محدود ہے۔ سی اور چرخ کی کیت متبادل نظر انداز ہے۔ ریڑھی ساکن حالت سے رہا کی جاتی ہے۔ ریڑھی اور اینٹ حرکت کرتی ہیں حتیٰ کہ ریڑھی چرخ سے ٹکراتی ہے۔ ریڑھی اور ہوائی ڈگر کے چرخ رگڑ، اور چرخ اور دھڑے کے چرخ رگڑ متبادل نظر انداز ہے۔ (ا) ریڑھی و اینٹ نظام کے مرکز کیت کی اسراع اکائی سستی ترقیم میں کیا ہوگی؟ (ب) مرکز کیت کی سستی رفتار بطور وقت  $t$  کا تغافل کیا ہوگی؟ (ج) مرکز کیت کی راہ ترمیم کریں۔ (د) اگر راہ قوسی ہو، کیا یہ دائیں اوپر جانب یا بائیں نیچے جانب ابھرتی ہے، اور اگر راہ سیدھی ہو،  $x$  محور اور راہ کے چرخ زاویہ کیا ہوگا؟

سوال ۳۸: زیاب جس کی کیت  $80 \text{ kg}$  ہے اور اسد جو ہلکا ہے  $30 \text{ kg}$  ساکن کشتی میں بیٹھ (ناران میں) کر سیف السلوک جھیل کا نظارہ کر رہے ہیں۔ ان کی نشیں  $3.0 \text{ m}$  فاصلے پر، اور کشتی کے مرکز کیت کے لحاظ سے میٹاکلی واقع ہیں۔ دونوں آپس میں نشیں تبدیل کرتے ہیں۔ اگر کشتی کا مرکز کیت گھاٹ کے لحاظ سے  $40 \text{ cm}$  افقی حرکت کرے، اسد کی کیت کیا ہوگی؟

سوال ۳۹: کنارے  $D = 6.1 \text{ m}$  فاصلے پر  $4.5 \text{ kg}$  کتا  $18 \text{ kg}$  کشتی میں کھڑا ہے (شکل 45.9-الف)۔ یہ کنارے کی طرف  $2.4 \text{ m}$  چل کر کرتا ہے۔ کتا اب کنارے سے کتنا دور ہوگا؟ کشتی اور پانی کے چرخ رگڑ نظر انداز کریں۔ (اشارہ: شکل-ب دیکھیں۔)

### خطی معیار حرکت

سوال ۳۰: ایک گیند جس کی کیت  $0.70 \text{ kg}$  ہے  $5.0 \text{ ms}^{-1}$  افقی حرکت کر کے انتہائی دیوار سے ٹکرا کر  $2.0 \text{ ms}^{-1}$  رفتار سے واپس پلٹتا ہے۔ گیند کے خطی معیار حرکت میں تبدیلی کیا ہوگی؟

سوال ۳۱: ایک ٹرک، جس کی کیت  $2100 \text{ kg}$  ہے، شمال کی طرف  $41 \text{ km h}^{-1}$  چلتے ہوئے مشرق کو مڑ کر  $51 \text{ km h}^{-1}$  اسراع پذیر ہوتا ہے۔ (ا) ٹرک کے حرکتی توانائی میں تبدیلی کیا ہوگی؟ ٹرک کے معیار حرکت میں تبدیلی کی (ب) رفتار اور (ج) تبدیلی کار کیا ہوگا؟

سوال ۳۲: ہم سطح زمین پر رکھا گیند وقت  $t = 0$  پر سطح زمین سے مار کر روانا کیا جاتا ہے۔ گیند کا معیار حرکت  $p$  بالقابل وقت  $t$  شکل 46.9 میں پیش ہے (جہاں  $p_0 = 6.0 \text{ kg ms}^{-1}$  اور  $p_1$

۳.۳۱:  $4.0 \text{ kg m s}^{-1}$  ہے۔ گیند کا ابتدائی زاویہ کیا ہے؟ (اشارہ: وہ حل تلاش کریں جس میں ترمیم کا زیر ترین نقطہ پڑھنے کی ضرورت پیش نہ آئے۔)

سوال ۳.۳۳: بلا سے ٹکرانے سے عین قبل  $0.30 \text{ kg}$  کی گیند  $15 \text{ m s}^{-1}$  سمتی رفتار سے افق سے نیچے  $35^\circ$  زاویے کے ساتھ گامزن ہے۔ بلے کے ساتھ تماس کے دوران گیند کے معیار حرکت میں تبدیلی کی مقدار کیا ہوگی اگر گیند (i) سیدھا انتہائی نیچے رخ  $20 \text{ m s}^{-1}$ ، اور (ب) افقی واپس  $20 \text{ m s}^{-1}$  کی رفتار سے لوٹے؟

سوال ۳.۳۴: شکل 47.9 میں  $0.165 \text{ kg}$  کی گیند کا فضائی جہازہ پیش ہے۔ گیند اطرانی دیوار سے ٹپکی کھاتا دکھایا گیا ہے۔ گیند کی ابتدائی رفتار  $2.00 \text{ m s}^{-1}$  اور زاویہ  $\theta_1 = 30^\circ$  ہے۔ ٹپکی گیند کے سمتی رفتار کا  $y$  جزو الٹ کرتا ہے جبکہ  $x$  جزو اثر انداز نہیں ہوتا۔ (i) زاویہ  $\theta_2$  کیا ہوگا؟ (ب) گیند کے خطی معیار حرکت میں تبدیلی کا سمتی ترقیم میں کیا ہوگی؟ (گیند کے لڑھکاؤ کا یہاں کوئی کردار نہیں۔)

### تصادم اور ضرب

سوال ۳.۳۵: ایک مسخرہ  $12 \text{ m}$  بلندی سے  $30 \text{ cm}$  گہرے پانی میں پیٹ کے بل گر کر لوگوں کا دانت لیتا ہے۔ مندرجہ کریں، عین پانی کی تہ کو پہنچ کر یہ شخص رکتا ہے۔ اس کی کیفیت مندرجہ کر کے اس پر پانی کی ضرب کی مقدار تلاش کریں۔

سوال ۳.۳۶: چھتر سپای  $370 \text{ m}$  بلندی پر پرواز کرتے ہوئے طیارے سے کودتا ہے۔ بد قسمتی سے اس کی چھتری نہیں کھل پاتی۔ وہ برف میں گر کر معمولی زخمی ہوتا ہے۔ مندرجہ کریں زمین پر پہنچ کر اس کی (اخیر) رفتار  $56 \text{ m s}^{-1}$  اور کیفیت (بج سائو سامان)  $85 \text{ kg}$  ہے، اور اس پر برف کی قوت کی مقدار  $1.2 \times 10^5 \text{ N}$  ہے (جس پر انسان مشکل سے زندہ رہ پاتا ہے)۔ (i) برف کی تہ سے کم سے کم کتنی موٹی ہے؟ (ب) اس پر برف کی ضرب کی مقدار کیا ہے؟

سوال ۳.۳۷: زمین پر  $1.2 \text{ kg}$  کا گیند  $25 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے انتہائی گرتا ہے۔ ٹپکی کے بعد اس کی ابتدائی رفتار  $10 \text{ m s}^{-1}$  ہے۔ (i) تماس کے دوران گیند پر کتنی ضرب عمل کرتی ہے؟ (ب) اگر گیند  $0.020 \text{ s}$  کے لئے زمین کے ساتھ مس ہو، زمین پر گیند کی اوسط قوت کتنی ہوگی؟

سوال ۳.۳۸: عین اس وقت جب ایک شخص، جس کی کیفیت  $70 \text{ kg}$  ہے، کرسی پر بیٹھتا ہے اس کا شراقتی دوست کرسی کھینچ لیتا ہے، جس کی بدولت پہلا شخص  $0.50 \text{ m}$  نیچے زمین پر گرتا ہے۔ اگر زمین کے ساتھ تصادم کا دورانیہ  $0.082 \text{ s}$  ہو، تصادم کے دوران شخص پر زمین (i) کی ضرب اور (ب) اوسط قوت کتنی ہوگی؟

سوال ۳.۳۹: محور  $x$  پر ابتدائی طور پر مثبت رخ  $14 \text{ m s}^{-1}$  سے حرکت کرتے ہوئے  $0.40 \text{ kg}$  گیند پر  $27 \text{ ms}$  کے لئے محدود کے منفی رخ قوت عمل کرتی ہے۔ قوت کی مقدار میں تبدیلی پائی جاتی ہے اور ضرب کی مقدار  $32.4 \text{ N s}$  ہے۔ قوت لاگو کرنے کے عین بعد گیند کی (i) رفتار اور (ب) اس کا رخ کیا ہوگا؟ (ج) قوت کی اوسط مقدار اور (د) گیند پر ضرب کا رخ کیا ہوگا؟

### باب ۳. مرکز کیت اور خطی معیار حرکت

سوال ۳.۴۰: ایک پسلاوان میسر پر  $13 \text{ ms}^{-1}$  رفتار سے تھپڑ مارتا ہے۔ اس کا ہاتھ  $5.0 \text{ ms}$  کے تصادم میں رکتا ہے۔ فرض کریں تصادم کے دوران ہاتھ اور بازو ایک دوسرے پر اثر انداز نہیں ہوتے اور ہاتھ کی کیت  $0.70 \text{ kg}$  ہے۔ ہاتھ پر میسر کی (ا) ضرب کی مقدار اور (ب) اوسط قوت کی مقدار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۴۱: ہدف پر  $3 \text{ g}$  کی  $100$  گولیاں فی سیکنڈ شرح سے چلائی جاتی ہیں۔ گولی کی رفتار  $500 \text{ ms}^{-1}$  ہے۔ فرض کریں گولیاں اسی رفتار سے ٹپک کر واپس لوٹتی ہیں۔ ہدف پر اوسط قوت کی مقدار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۴۲: دو اوسط قوت دیوار پر  $0.250 \text{ kg}$  کے برف گولے  $4.00 \text{ ms}^{-1}$  رفتار سے لگاتار عمودی مارے جاتے ہیں۔ ہر گولا دیوار سے چپکتا ہے۔ شکل 49.9 میں دیوار پر دو متوازی تصادم کی قوت کی مقدار  $F$  بالقابل وقت  $t$  پیش ہے۔ تصادم کی تکرار کا وقفہ  $\Delta t_r = 50.0 \text{ ms}$  اور دورانیہ  $\Delta t_d = 10 \text{ ms}$  ہے، جو ترسیم پر مساوی الاسٹین مثلث بناتے ہیں۔ ہر تصادم کی قوت کی زیادہ سے زیادہ مقدار  $F_{\text{max}} = 200 \text{ N}$  ہے۔ ہر تصادم کے دوران دیوار پر (ا) ضرب اور (ب) اوسط قوت کی مقداریں کیا ہوں گی؟ (ج) کئی تصادم کے دوران دیوار پر اوسط قوت کی مقدار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۴۳: بلند کن کی نکر سے پہلے اچھلتا بلند کن کار سا ٹوٹتا ہے اور بد قسمتی سے اس کا حفاظتی نظام بھی ناکارہ ہوتا ہے، جس کی بدولت یہ  $36 \text{ m}$  بلندی سے گرتا ہے۔ زمین پر پہنچ کر  $90 \text{ kg}$  سوار  $5.0 \text{ ms}$  کے تصادم میں رکتا ہے۔ (فرض کریں بلند کن اور سوار یہ شخص ٹپکی کھاتے ہیں۔) تصادم کے دوران شخص پر (ا) ضرب اور (ب) اوسط قوت کی مقداریں کیا ہوں گی؟ اگر عین تصادم سے قبل، بلند کن کے لحاظ سے شخص  $7.0 \text{ ms}^{-1}$  کی رفتار سے اوپر چھلانگ لگائے (ج) ضرب اور (د) اوسط قوت کی مقداریں کیا ہوں گی (رکنے کا دورانیہ وہی تصور کریں)؟

سوال ۳.۴۴: بچوں کا کھلونا جس کی کیت  $5.0 \text{ kg}$  ہے محور  $x$  پر حرکت کر سکتا ہے۔ شکل 50.9 اس قوت کا جبزو  $F_x$  دیتی ہے جو کھلونے پر، جو ساکن حالت سے لمحہ  $t = 0$  پر روتا ہوتا ہے، عمل کرتی ہے۔ محور  $F_x$  کا پیمانہ  $F_{xs} = 5.0 \text{ N}$  تعین کرتی ہے۔ اکائی سمتی ترقیم میں (ا) لمحہ  $t = 4.0 \text{ s}$  اور (ب)  $t = 7.0 \text{ s}$  پر  $\vec{p}$  کیا ہوگا، اور  $t = 9.0 \text{ s}$  پر  $\vec{v}$  کیا ہوگی؟

سوال ۳.۴۵: عین تصادم سے قبل اور عین تصادم کے بعد  $0.300 \text{ kg}$  گیند بلے سے ٹکراتا ہوا شکل 51.9 میں دکھایا گیا ہے۔ عین تصادم سے قبل گیند کی سمتی رفتار  $\vec{v}_1$  کی مقدار  $12.0 \text{ ms}^{-1}$  اور زاویہ  $\theta_1 = 35.0^\circ$  ہے۔ تصادم کے عین بعد گیند کی سمتی رفتار  $\vec{v}_2$  کی مقدار  $10.0 \text{ ms}^{-1}$  ہے اور یہ سیدھا اوپر رخ حرکت کرتا ہے۔ تصادم کا دورانیہ  $2.00 \text{ ms}$  ہے۔ گیند پر بلے کی ضرب (ا) کی مقدار اور (ب) مثلث  $x$  محور کے لحاظ سے رخ کیا ہیں؟ گیند پر بلے کی اوسط قوت کی (ج) مقدار اور (د) رخ کیا ہیں؟

سوال ۳.۴۶: براعظم امریکہ کے وسطی اور جنوبی علاقوں میں افنی چھپکلی پانی جاتی ہے جو پانی کی سطح پر پچھلی دو ٹانگوں کی مدد سے دوڑ سکتی ہے۔ قدم لیتے ہوئے چھپکلی پہلے زور سے پانی کی سطح پر پاؤں سے تھپڑ مارتی ہے، اور اس کے بعد پاؤں کو پانی میں اس تیزی سے نیچے دھکیلتی ہے کہ پاؤں کے اوپر ہوا کا غبارہ بن جاتا ہے۔ اس سے قبل کہ ہوا کے غبارے میں اطراف سے پانی بھر آئے چھپکلی اسی پھرتی سے پاؤں واپس اوپر کھینچ کر پانی کی قوت گھساٹے سے بچ پاتی ہے۔ ڈوبنے سے بچنے کے لئے ضروری ہے کہ تھپڑ، نیچے دھکیل اور پاؤں واپس اٹھانے کے دوران اوپری اوسط ضرب، تجاذبی قوت کی نشیب وار ضرب کے برابر ہو۔ فرض کریں افنی چھپکلی کی کیت  $90.0 \text{ g}$ ، ہر پاؤں کی کیت  $3.00 \text{ g}$ ، تھپڑ کے وقت پاؤں کی رفتار

۳.۳: 1.50 m s<sup>-1</sup> ، اور ایک قدم کا اوسط دورانیہ 0.600 s ہے۔ (ا) تھپڑ کے دوران چھپکلی پر ضرب کی مقدار کیا ہے؟ (تصور کریں یہ ضرب سیدھی اوپر رخ ہے۔) (ب) ایک قدم کے 0.600 s دورانیہ میں تھپڑ کی قوت کی چھپکلی پر نشین وار ضرب کتنی ہے؟ (ج) کیا چھپکلی کو سہارا تھپڑ دیتا ہے، نیچے دھکیل دیتی ہے، یا دونوں کا حصہ تقسیم برابر ہے؟

سوال ۳.۴: دیوار کے ساتھ 58 g کیمت کا گیند ٹکراتا ہے۔ شکل 53.9 میں تصادم کی قوت کی مقدار  $F$  بالاقابل وقت  $t$  ترسیم کی گئی ہے۔ گیند کی، دیوار کو عمودی، ابتدائی رفتار  $34 \text{ m s}^{-1}$  ہے؛ گیند ٹپکی کے بعد تقریباً ہی رفتار سے، دیوار کو عمودی، واپس لوٹتا ہے۔ تصادم کے دوران گیند پر دیوار کی قوت کی زیادہ سے زیادہ مقدار بتائیے  $F$  کیا ہو گی؟

سوال ۳.۸: بلار گڑبڑ مانی سطح پر 0.25 kg مقرر ص ساکن پڑا ہے۔ لمحہ  $t = 0$  پر  $\vec{F} = (12.0 - 3.00t^2)\hat{i}$  افقی قوت، جہاں قوت نیوٹن میں اور وقت سیکنڈ میں ہے، مقرر ص کو حرکت دیتی ہے۔ قوت کی مقدار ص صفر ہونے تک یہ مقرر ص پر عمل کرتی ہے۔ (ا) لمحہ  $t = 0.500 \text{ s}$  اور  $t = 1.25 \text{ s}$  کے بیچ مقرر ص پر قوت کی ضرب کی مقدار کیا ہو گی؟ (ب) وقت  $t = 0$  سے اس لمحے تک جب  $F = 0$  ہو، مقرر ص کے معیار حرکت میں تبدیلی کیا ہو گی؟

سوال ۳.۹: کھلاڑی 0.45 kg گیند کو، جو ساکن ہے، لات مارتا ہے۔ کھلاڑی کا پاؤں گیند کے ساتھ  $3.0 \times 10^{-3} \text{ s}$  کے لئے مس ہے اور لات کی قوت درج ذیل ہے، جہاں  $0 \leq t \leq 3.0 \times 10^{-3} \text{ s}$  اور  $t$  سیکنڈوں میں ہے۔

$$F(t) = [(6.0 \times 10^6)t - (2.0 \times 10^9)t^2] \text{ N}$$

تماس کے دوران (ا) لات سے گیند پر ضرب کی مقدار، (ب) گیند پر اوسط قوت کی مقدار، (ج) گیند پر زیادہ سے زیادہ قوت کی مقدار، اور (د) عین اس لمحے گیند کی سمتی رفتار کی مقدار جس لمحے گیند لات سے علیحدہ ہوتا ہے تلاش کریں۔

سوال ۳.۵۰: ایک گیند جس کی کیمت 300 g اور رفتار  $6.0 \text{ m s}^{-1}$  ہے، دیوار کے ساتھ زاویہ  $\theta = 30^\circ$  سے ٹکرا کر اسی رفتار اور زاویہ سے ٹپکی کے بعد واپس ہوتا ہے۔ شکل 54.9 میں فضائی جہاز کا ڈھکیا گیا ہے۔ گیند اور دیوار آپس میں 10 ms کے لئے مس رہتے ہیں۔ اکائی سمتی ترقیم میں (ا) گیند پر دیوار کی ضرب اور (ب) دیوار پر گیند کی ضرب کیا ہو گی، اور (ج) دیوار پر گیند کی اوسط قوت کیا ہو گی؟

### خطی معیار حرکت کی بقا

سوال ۳.۵۱: بلار گڑبڑ سطح پر 91 kg کیمت کا لیٹا ہوا شخص 68 g پتھر کو  $4.0 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے سطح پر روانہ کرتا ہے۔ یہ شخص نتیجتاً کتنی رفتار حاصل کرتا ہے؟

سوال ۳.۵۲: زمین کے لحاظ سے  $43\,000 \text{ km h}^{-1}$  رفتار سے پرواز کرتا فضائی طیارہ استعمال شدہ ہوائی بان موٹر (کیمت  $4m$ ) کو فٹابو کار مقیاسہ (کیمت  $m$ ) سے علیحدہ کر کے مقیاسہ کے لحاظ سے  $82 \text{ km h}^{-1}$  رفتار سے پیچھے پھینکتا ہے۔ علیحدگی کے فوراً بعد فٹابو کار مقیاسہ کی رفتار زمین کے لحاظ سے کیا ہو گی؟

### باب ۳. مرکز کیت اور خطی معیار حرکت

سوال ۵۳.۳: دو طرفہ ہوائی بان شکل 55.9 میں دکھایا گیا ہے، جس کا وسطی حصہ  $C$  (جس کی کیت  $M = 6.00 \text{ kg}$  ہے) اور اطرافنی حصے  $L$  اور  $R$  (جن کی انفرادی کیت  $2.00 \text{ kg}$  ہے) ہیں۔ ہوائی بان بلا رگڑ منرشن پر  $x$  محور کے مبداء پر ابتدائی طور ساکن پڑا ہے۔ چھوٹے دھماکوں سے اطراف کے حصے علیحدہ کر کے  $x$  محور پر وسطی حصے سے دور روانا کیے جاسکتے ہیں۔ کچھ یوں کیا جاتا ہے: (1) وقت  $t = 0$  پر حصہ  $L$  کو، باقی حصے کو منتقل سمتی رفتار کے لحاظ سے،  $3.00 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے بائیں پھینکا جاتا ہے۔ (2) اس کے بعد، وقت  $t = 0.80 \text{ s}$  پر حصہ  $R$  کو،  $3.00 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے، حصہ  $C$  کو منتقل سمتی رفتار کے لحاظ سے، دائیں پھینکا جاتا ہے۔ وقت  $t = 2.80 \text{ s}$  پر (i) حصہ  $C$  کی سمتی رفتار کیا ہوگی اور (ب) اس کے مرکز کا مقام کیا ہوگا؟

سوال ۵۳.۳: ایک جسم جس کی کیت  $m$  اور مشاہدہ کار کے لحاظ سے رفتار  $v$  ہے، دھماکے سے دو حصوں میں تقسیم ہوتا ہے، جہاں ایک ٹکڑے کی کیت دوسرے ٹکڑے کی کیت کی تین گنا ہے؛ دھماکہ گہری فضا میں واقع ہوتا ہے جہاں تجاذبی قوت نہیں پایا جاتا۔ کم کیت ٹکڑا مشاہدہ کار کے لحاظ سے رک جاتا ہے۔ مشاہدہ کار کی حوالہ چھوٹے میں میں ناپتے ہوئے دھماکہ نظام کو کتنی حرکت کی توانائی منتقل کرتا ہے؟

سوال ۵۵.۳: زیادہ بلندی تک پہنچنے کی غرض سے، عسین چھلانگ سے قبل، کھلاڑی دو وزن اوپر اٹھاتا اور چھلانگ کے بعد، پرواز کے دوران، نیچے زور سے پھینکتا ہے۔ مندرجہ کریں ایک کھلاڑی کی کیت  $78 \text{ kg}$  اور ایک وزن کی کیت  $5.50 \text{ kg}$  ہے۔ یہ کھلاڑی بلند چھلانگ کی بجائے لمبی چھلانگ لگانا چاہتا ہے۔ اس غرض سے چھلانگ کے دوران بلند ترین نقطہ پر پہنچ کر کھلاڑی وزن افقی یوں پیچھے پھینکتا ہے کہ زمین کے لحاظ سے ان کی افقی سمتی رفتار صفر ہوتی ہے۔ لمحہ اٹھان پر کھلاڑی کی سمتی رفتار، بغیر وزن اور بیع وزن دونوں صورتوں میں،  $\vec{v} = (9.5\hat{i} + 4.0\hat{j}) \text{ m s}^{-1}$  ہے اور مندرجہ کریں زمین ہم سطح ہے۔ وزن کا استعمال اس کو کتنی اضافی فاصلے طے کرتا ہے؟

سوال ۵۶.۳: ساکن جسم دھماکے سے دو ٹکڑوں  $R$  اور  $L$  میں تقسیم ہوتا ہے، جو بلا رگڑ سطح پر گزرنے کے بعد رگڑ کے خطوں میں داخل ہو کر آخر کار رکتے ہیں (شکل 57.9)۔ ٹکڑا  $L$ ، جس کی کیت  $2.0 \text{ kg}$ ، اور جس کا سامنا  $\mu_L = 0.40$  حرکت کی رگڑ کے مستقل سے ہے،  $d_L = 0.15 \text{ m}$  فاصلے میں رکتا ہے۔ ٹکڑا  $R$ ، جس کا سامنا  $\mu_R = 0.50$  حرکت کی رگڑ کے مستقل سے ہے،  $d_R = 0.25 \text{ m}$  فاصلے میں رکتا ہے۔ اس ٹکڑے کی کیت کیا ہے؟

سوال ۵۷.۳: ایک جسم جس کی کیت  $20.0 \text{ kg}$  ہے فضا میں  $x$  محور کے مثبت رخ  $200 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے حرکت کے دوران اندرونی دھماکے کی وجہ سے تین ٹکڑوں میں تقسیم ہوتا ہے۔ ایک ٹکڑا جس کی کیت  $10.0 \text{ kg}$  ہے، نقطہ دھماکہ سے مثبت  $y$  محور کے رخ  $100 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے روانا ہوتا ہے۔ دوسرا ٹکڑا، جس کی کیت  $4.0 \text{ kg}$  ہے، منفی  $x$  محور پر  $500 \text{ m s}^{-1}$  سے روانا ہوتا ہے۔ (i) اکائی سمتی ترقیم میں تیسرے ٹکڑے کی سمتی رفتار تلاش کریں۔ (ب) دھماکے میں کتنی توانائی رہا ہوتی ہے؟ تجاذبی قوت کے اثرات نظر انداز کریں۔

سوال ۵۸.۳: ایک جسم، جس کی کیت  $4.0 \text{ kg}$  ہے، بلا رگڑ سطح پر حرکت کرتے ہوئے دھماکے سے دو  $2.0 \text{ kg}$  ٹکڑوں میں تقسیم ہوتا ہے۔ ایک ٹکڑا  $3.0 \text{ m s}^{-1}$  شمال کو اور دوسرا  $5.0 \text{ m s}^{-1}$  مشرق سے  $30^\circ$  شمال کی طرف روانا ہوتا ہے۔ جسم کی ابتدائی رفتار کیا ہے؟



سوال ۳.۵۹: ایک جسم جو  $xy$  محددی نظام کے مبدا پر ساکن پڑا ہے دھماکے سے تین ٹکڑوں میں تقسیم ہوتا ہے۔ عین دھماکے کے بعد ایک ٹکڑا، جس کی کمیت  $m$  ہے،  $\hat{i}(-30 \text{ m s}^{-1})$  سمتی رفتار سے اور دوسرا ٹکڑا، جس کی کمیت بھی  $m$  ہے،  $\hat{j}(-30 \text{ m s}^{-1})$  سمتی رفتار سے حرکت کرتے ہیں۔ تیسرے ٹکڑے کی کمیت  $3m$  ہے۔ عین دھماکے کے بعد تیسرے ٹکڑے کی سمتی رفتار کی (i) مقدار کیا ہوگی اور (ب) رخ کیا ہوگا؟

سوال ۳.۶۰: ذرہ  $A$  اور ذرہ  $B$  جن کے بیچ دبا ہوا اسپرنگ ہے کو زبردستی اکٹھے پکڑ کر رکھا گیا ہے۔ رہا کرنے پر اسپرنگ انہیں مخالف رخوں دھکیل کر ان سے علیحدہ ہوتا ہے۔ ذرہ  $A$  کی کمیت ذرہ  $B$  کی کمیت کی  $2.00$  گنا ہے، اور دبلے اسپرنگ میں ذخیرہ مخفی توانائی  $60 \text{ J}$  ہے۔ مندرجہ کریں اسپرنگ کی کمیت متبادل نظر انداز ہے اور اس کی توانائی مکمل طور پر ذروں کو منتقل ہوتی ہے۔ توانائی کا انتقال مکمل ہونے پر (i) ذرہ  $A$  اور (ب) ذرہ  $B$  کی حرکی توانائی کیا ہوگی؟

### معیار حرکت اور تصادم میں حرکی توانائی

سوال ۳.۶۱: مخفی رفتار سے جس کی کمیت  $2.0 \text{ kg}$  ہے، پر  $10 \text{ g}$  گولی چلائی جاتی ہے۔ رفتار کا مرکز کمیت  $12 \text{ cm}$  بلندی تک پہنچتا ہے۔ مندرجہ کریں گولی رفتار میں دھنسنے والی رفتار کیا ہے؟

سوال ۳.۶۲: بلا رگڑ مندرش پر لکڑی کا تختہ جس کی کمیت  $700 \text{ g}$  ہے ساکن پڑا ہے۔ اس پر  $5.20 \text{ g}$  گولی چلائی جاتی ہے جو  $672 \text{ m s}^{-1}$  سے حرکت کرتے ہوئے تختہ کو مار کر اس سے پار  $428 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے خارج ہوتی ہے۔ (i) تختے کی رفتار کیا ہوگی؟ (ب) تختہ و گولی نظام کے مرکز کمیت کی رفتار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۶۳: بلا رگڑ مندرش پر پڑے دو ساکن جسم پر  $3.50 \text{ g}$  گولی افقی ماری جاتی ہے (شکل 58.9-الف)۔ گولی جسم  $1$ ، جس کی کمیت  $1.20 \text{ kg}$  ہے، سے گزر کر دوسرے جسم، جس کی کمیت  $1.80 \text{ kg}$  ہے، میں دھنسنے والی ہے جس کی بدولت جسم  $1$  کی رفتار  $v_1 = 0.630 \text{ m s}^{-1}$  اور جسم  $2$  کی رفتار  $v_2 = 1.40 \text{ m s}^{-1}$  حاصل کرتے ہیں (شکل 58.9-ب)۔ جسم  $1$  سے نکالا گیا مواد نظر انداز کرتے ہوئے، گولہ کی رفتار اس لئے تلاش کریں جب یہ جسم  $1$  سے (i) ٹکٹی اور (ب) داخشی ہوتی ہے۔

سوال ۳.۶۴: ایک گولی جس کی کمیت  $10 \text{ g}$  ہے سیدھا اوپر  $1000 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے حرکت کرتے ہوئے ابتدائی طور ساکن  $5.0 \text{ kg}$  سل کے مرکز کمیت سے گزرتی ہے۔ گولی سل سے گزر کر  $400 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے خارج ہو کر اوپر وار حرکت کرتی ہے۔ سل ابتدائی مقام سے کتنی بلندی تک اٹھتا ہے؟

سوال ۳.۶۵: ایلا سکا میں گاڑی اور بارہ سنگ کے تصادم عام بات ہے۔ مندرجہ کریں  $1000 \text{ kg}$  گاڑی  $500 \text{ kg}$  ساکن بارہ سنگ سے ٹکراتی ہے۔ (i) حرکی توانائی کا کتنا فی صد حصہ توانائی کے دیگر صورتوں میں تبدیل ہوگا؟ اس قسم کا مسئلہ عرب مالک میں پایا جاتا ہے جہاں گاڑی اور اونٹ کا ٹکر عام ہے۔ (ب) اگر یہی گاڑی اونٹ کے ساکن بچے سے ٹکرائے جس کی کمیت  $300 \text{ kg}$  ہے تب کتنی فی صد حرکی توانائی ضائع ہوگی؟ (ج) کیا جانور کی کمیت بڑھنے سے فی صد توانائی کا ضیاع بڑھتا ہے یا گھٹتا ہے؟

سوال ۳.۶۶: انتصابی محور پر مختلف رخ حرکت کرتے لبدی کے دو گولوں کے بیچ مکمل غیر لچکی تصادم ہوتا ہے۔ عین تصادم سے قبل ایک گولا، جس کی کمیت  $3.0 \text{ kg}$  ہے،  $20 \text{ m s}^{-1}$  اوپر وار اور دوسرا گولا، جس کی

کیت  $2.0 \text{ kg}$  ہے،  $12 \text{ m s}^{-1}$  سے نشیب وار حرکت کرتا ہے۔ نقطہ تصادم سے دونوں گولوں کا مجموعہ کتنی بلندی تک پہنچتے ہے؟ (ہوائی رگڑ نظر انداز کریں۔)

سوال ۳.۶۷: ایک سل جس کی کیت  $5.0 \text{ kg}$  اور رفتار  $3.0 \text{ m s}^{-1}$  دوسری سل جس کی کیت  $10 \text{ kg}$  اور اسی رخ رفتار  $2.0 \text{ m s}^{-1}$  ہے سے ٹکراتا ہے۔ تصادم کے بعد  $10 \text{ kg}$  سل اسی رخ  $2.5 \text{ m s}^{-1}$  سے حرکت کرتی ہے۔ (ا) تصادم کے بعد دوسری سل کی رفتار کیا ہوگی؟ (ب) تصادم کی وجہ سے دو سل نظام کی کل حرکی توانائی میں کتنی تبدیلی رونما ہوتی ہے؟ (ج) اس کے برعکس، اگر  $10 \text{ kg}$  سل کی اسی رخ رفتار  $4.0 \text{ m s}^{-1}$  ہو، تب کل حرکی توانائی میں تبدیلی کتنی ہوگی؟ (د) جبزوج میں حاصل جواب کی وجہ پیش کریں۔

سوال ۳.۶۸: سرخ اشارے پر کھڑی گاڑی A (کیت  $1100 \text{ kg}$ ) کو پیچھے سے گاڑی B (کیت  $1400 \text{ kg}$ ) ٹکراتی ہے (شکل 60.9)۔ دونوں گاڑی نم سڑک پر (جس کی  $\mu_k = 0.13$  کافی کم ہے) پھسل کر آہستہ کار  $d_A = 8.2 \text{ m}$  اور  $d_B = 6.1 \text{ m}$  فاصلے طے کرنے کے بعد رکتی ہیں۔ عین تصادم کے بعد (ا) گاڑی A اور (ب) گاڑی B کی رفتار کیا ہے؟ (ج) فرض کریں تصادم کے دوران خطی معیار حرکت کی بقا ہوتی ہے۔ عین تصادم سے قبل گاڑی B کی رفتار کیا ہوگی؟ (د) بتائیں یہ مفروضہ کیوں غلط ہو سکتا ہے۔

سوال ۳.۶۹: بلا رگڑ مندرش پر ساکن اسپرنگ بندوق، جس کی کیت  $M = 240 \text{ g}$  ہے، کی نالی میں  $m = 60 \text{ g}$  گیند  $v_i = 22 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے پھینکی جاتی ہے (شکل 61.9)۔ گیند نالی میں اس مقام پر اڑ جاتا ہے جہاں اسپرنگ زیادہ سے زیادہ دبا ہے۔ گیند اور نالی کے بیچ رگڑ کی بنا حر توانائی میں اضافہ و متبادل نظر انداز ہے۔ (ا) اس لمحے بندوق کی رفتار کیا ہوگی جب گیند نالی میں رکتا ہے؟ (ب) گیند کی ابتدائی حرکی توانائی کا کتنا حصہ اسپرنگ میں ذخیرہ ہوگا؟

سوال ۳.۷۰: سل 2 جس کی کیت  $1.0 \text{ kg}$  ہے بلا رگڑ مندرش پر ساکن ڈھیلے اسپرنگ (جس کا مقیاس  $200 \text{ N m}^{-1}$  ہے) کے ایک سر کے ساتھ مس ہے۔ اسپرنگ کا دوسرا سر دیوار کے ساتھ چکا جبڑا ہے۔ سل 1، جس کی کیت  $2.0 \text{ kg}$  ہے،  $v_2 = 4.0 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے سل 2 سے ٹکرا کر اس کے ساتھ جبڑا جاتا ہے۔ جب سل لحاقی رکے ہیں، اس لمحے اسپرنگ کتنا دبا ہوگا؟

سوال ۳.۷۱: سل 1 (کیت  $2.0 \text{ kg}$ ) دائیں رخ  $10 \text{ m s}^{-1}$  اور سل 2 (کیت  $5.0 \text{ kg}$ ) دائیں رخ  $3 \text{ m s}^{-1}$  حرکت میں ہیں (شکل 63.9)۔ مندرش بلا رگڑ ہے اور سل 2 کے ساتھ اسپرنگ چکا جبڑا ہے جس کی اسپرنگ مستقل  $1120 \text{ N m}^{-1}$  ہے۔ تصادم کے دوران اسپرنگ کا دبا اس وقت زیادہ سے زیادہ ہوگا جب دونوں سل کی سمتی رفتار ایک ہو۔ زیادہ سے زیادہ دبا تلاش کریں۔

### یک بعدی لچکی تصادم

سوال ۳.۷۲: بلا رگڑ مندرش پر سل A (کیت  $1.6 \text{ kg}$ ) حرکت کرتا ہوا سل B (کیت  $2.4 \text{ kg}$ ) سے ٹکراتا ہے (شکل 64.9)۔ تصادم سے قبل تین سمتی رفتار (i) اور تصادم کے بعد تین سمتی رفتار (f) بھی پیش ہیں؛ مطابقتی رفتار  $v_{Ai} = 5.5 \text{ m s}^{-1}$ ،  $v_{Bi} = 2.5 \text{ m s}^{-1}$  اور  $v_{Bf} = 4.9 \text{ m s}^{-1}$  ہیں۔ سمتی رفتار  $v_{Af}$  کی (ا) رفتار اور (ب) رخ (دائیں یا بائیں) کیا ہیں؟ (ج) کیا تصادم لچکی ہے؟

سوال ۳.۳: بلا رگڑ خطی ہوائی ڈگر پر  $340 \text{ g}$  ریڑھی  $1.2 \text{ m s}^{-1}$  ابتدائی رفتار سے چل کر نامعلوم کمیت کی ساکن ریڑھی سے ٹکراتی ہے۔ تصادم کے بعد پہلی ریڑھی رخ برقرار رکھ کر  $0.66 \text{ m s}^{-1}$  سے حرکت کرتی ہے۔ (i) دوسری ریڑھی کی کمیت کیا ہے؟ (ب) تصادم کے بعد اس کی رفتار کیا ہوگی؟ (ج) دوسری ریڑھی نظام کے مرکز کمیت کی رفتار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۴: طینیم<sup>۸</sup> کے دو کرہ ایک رفتار سے چل کر آمنے سامنے سے لچکی تصادم کا شکار ہوتے ہیں۔ تصادم کے بعد ایک کرہ، جس کی کمیت  $300 \text{ g}$  ہے، رک جاتا ہے۔ (i) دوسرے کرہ کی کمیت کیا ہے؟ (ب) اگر دونوں کرہ کی ابتدائی رفتار  $2.00 \text{ m s}^{-1}$  ہو، دوسرے نظام کے مرکز کمیت کی رفتار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۵: بلا رگڑ فزیشن پر  $m_1$  کمیت کی سل چل کر ساکن سل، جس کی کمیت  $3m_1 = m_2$  ہے، سے یک بعدی لچکی تصادم میں مبتلا ہوتی ہے۔ تصادم سے قبل دو جسی نظام کے مرکز کمیت کی رفتار  $3.00 \text{ m s}^{-1}$  ہے۔ تصادم کے بعد (i) مرکز کمیت اور (ب) سل 2 کی رفتار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۶: کمیت  $0.500 \text{ kg}$  کا فولادی گیند  $70.0 \text{ cm}$  ڈور سے لٹک رہا ہے (شکل 65.9)۔ گیند کو ایک جانب اٹھایا جاتا ہے اور جب ڈور افقی ہوا سے رہا کیا جاتا ہے۔ نچلے ترین نقطہ پر پہنچ کر یہ  $2.5 \text{ kg}$  کی فولادی سل سے ٹکراتا ہے جو بلا رگڑ فزیشن پر ساکن پڑا ہے۔ تصادم لچکی ہے۔ عین تصادم کے بعد (i) گیند کی رفتار اور (ب) سل کی رفتار تلاش کریں۔

سوال ۳.۷: ایک جسم، جس کی کمیت  $2.0 \text{ kg}$  ہے، دوسرے ساکن جسم سے لچکی ٹکڑ کے بعد، رخ برقرار رکھ کر، ایک چوہٹائی رفتار سے حرکت کرتا ہے۔ (i) دوسرے جسم کی کمیت تلاش کریں۔ (ب) اگر  $2.0 \text{ kg}$  کی ابتدائی رفتار  $4.0 \text{ m s}^{-1}$  ہو، دو جسی نظام کے مرکز کمیت کی رفتار کیا ہوگی؟

سوال ۳.۸: بلا رگڑ فزیشن پر  $m_1$  کمیت کا سل 1 محور  $x$  پر  $4.0 \text{ m s}^{-1}$  سے حرکت کرتے ہوئے سل 2، جو ساکن ہے اور جس کی کمیت  $m_2 = 0.40m_1$  ہے، سے یک بعدی لچکی تصادم کرتی ہے۔ اس کے بعد اجسام پھسلنے ہوئے ایسے خطے میں داخل ہو کر آئینہ کار رکھتے ہیں جہاں حرکی رگڑ کا عددی سر  $0.50$  ہے۔ اس خطے میں (i) سل 1 اور (ب) سل 2 کتنا فاصلہ طے کرتی ہے؟

سوال ۳.۹: بلا رگڑ فزیشن پر ذرہ 1 جس کی کمیت  $m_1 = 0.30 \text{ kg}$  ہے دائیں رخ محور  $x$  پر  $2.0 \text{ m s}^{-1}$  رفتار سے پھسل کر چلتا ہے (شکل 66.9)۔ نقطہ  $x = 0$  پر اس کا یک بعدی لچکی تصادم ذرہ 2 کے ساتھ ہوتا ہے، جو ساکن ہے اور جس کی کمیت  $m_2 = 0.40 \text{ kg}$  ہے۔ تصادم کے بعد ذرہ 2 دیوار سے، جو  $x_w = 70 \text{ cm}$  پر واقع ہے، ٹپکی کھاکر، رفتار میں تبدیلی کے بغیر، واپس لوٹتا ہے۔ محور  $x$  پر ذروں کا آپس میں دوسرا تصادم کس نقطہ پر ہوگا؟

سوال ۳.۱۰: سل 1، جس کی کمیت  $m_1$  ہے، ساکن حالت سے میلان پر  $h = 2.50 \text{ m}$  بلندی سے روانہ ہو کر ساکن سل 2 کے ساتھ ٹکراتی ہے، جس کی کمیت  $m_2 = 2.00m_1$  ہے (شکل 67.9)۔ تصادم کے بعد سل 2 ایسے خطے میں داخل ہو کر، جہاں حرکی رگڑ کا عددی سر  $\mu_k = 0.500$  ہے، فاصلہ  $d$  طے کرنے کے بعد رکتی ہے۔ (i) لچکی اور (ب) مکمل غیر لچکی تصادم کی صورت میں  $d$  کی قیمت تلاش کریں۔

سوال ۳.۸۱: چھوٹے گیند کو بڑے گیند کے ٹھیک اوپر معمولی بلندی پر رکھ کر دونوں کو بیک وقت  $h = 1.8 \text{ m}$  بلندی سے گرنے دیا جاتا ہے (گیندوں کے رداس  $h$  کے لحاظ سے قابل نظر انداز ہیں)۔ ان کی کیت بالترتیب  $m$  اور  $M = 0.63 \text{ kg}$  ہے (شکل 68.9-الف)۔ (ا) اگر بڑا گیند زمین سے لچکی ٹپکی کھائے اور اس کے بعد چھوٹا گیند بڑے گیند سے لچکی ٹپکی کھائے، تو چھوٹے گیند کی کیت  $m$  کتنی ہونی چاہیے کہ بڑا گیند چھوٹے گیند سے ٹکرا کر رک جائے؟ (ب) ایسی صورت میں چھوٹا گیند کتنی بلندی تک جائے گا (شکل 68.9-ب)؟

سوال ۳.۸۲: فطرص 1، جس کی کیت  $m_1 = 0.20 \text{ kg}$  ہے، بلا رگڑ میز پر پھلتا ہوا ساکن فطرص 2 سے یک بعدی لچکی تصادم کا شکار ہوتا ہے (شکل 69.9)۔ فطرص 2 میز سے زمین پر کنارہ سے  $d$  فاصلہ دور گرتا ہے۔ فطرص 1 تصادم کے بعد واپس ہو کر میز کے مخالف کنارے سے  $2d$  فاصلہ دور زمین پر گرتا ہے۔ فطرص 2 کی کیت کیا ہے؟ (اشارہ: علامتوں پر نظر رکھیں)۔

دو ابعاد میں تصادم

جوابات

