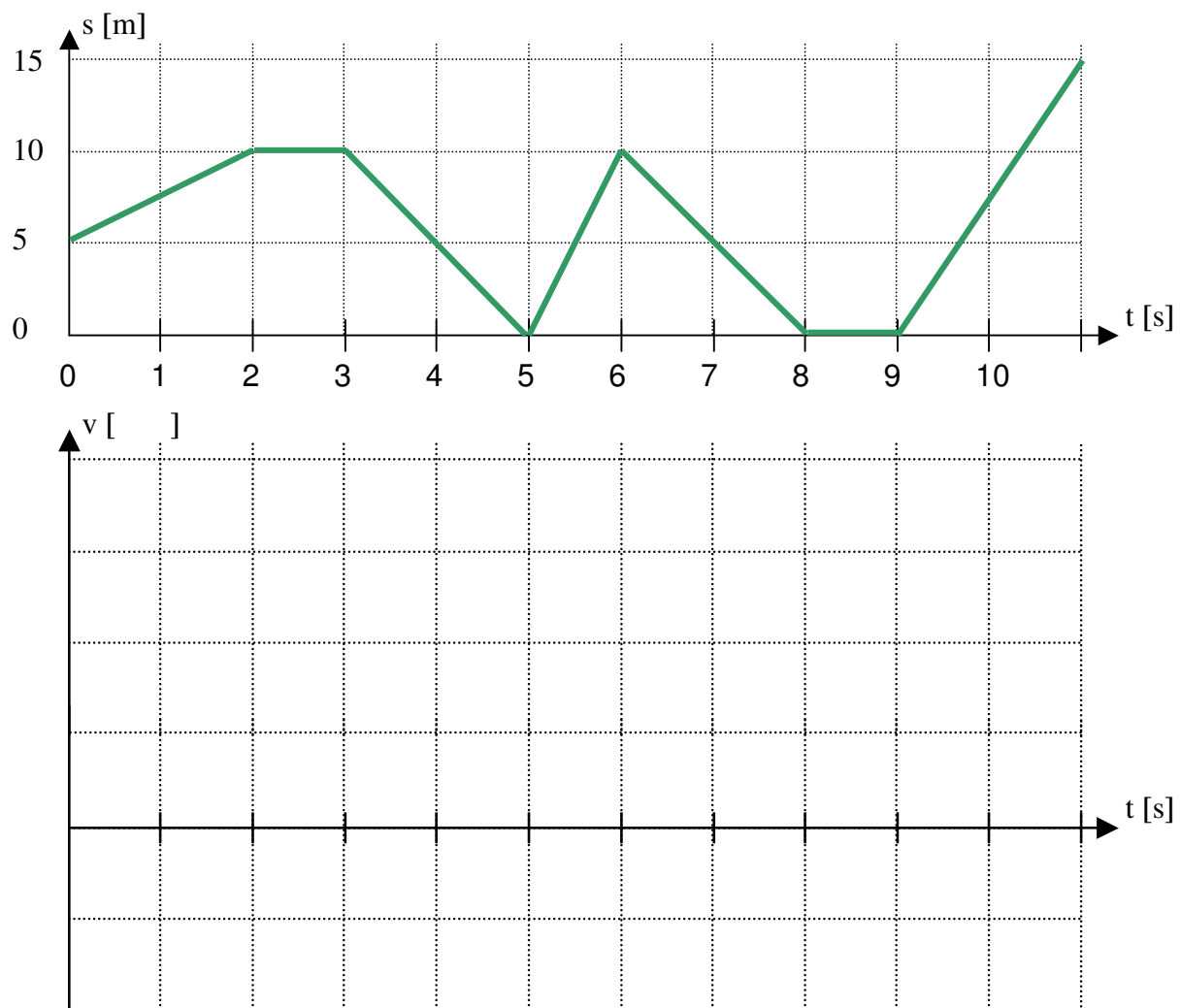


**Übungen zur Kinematik**

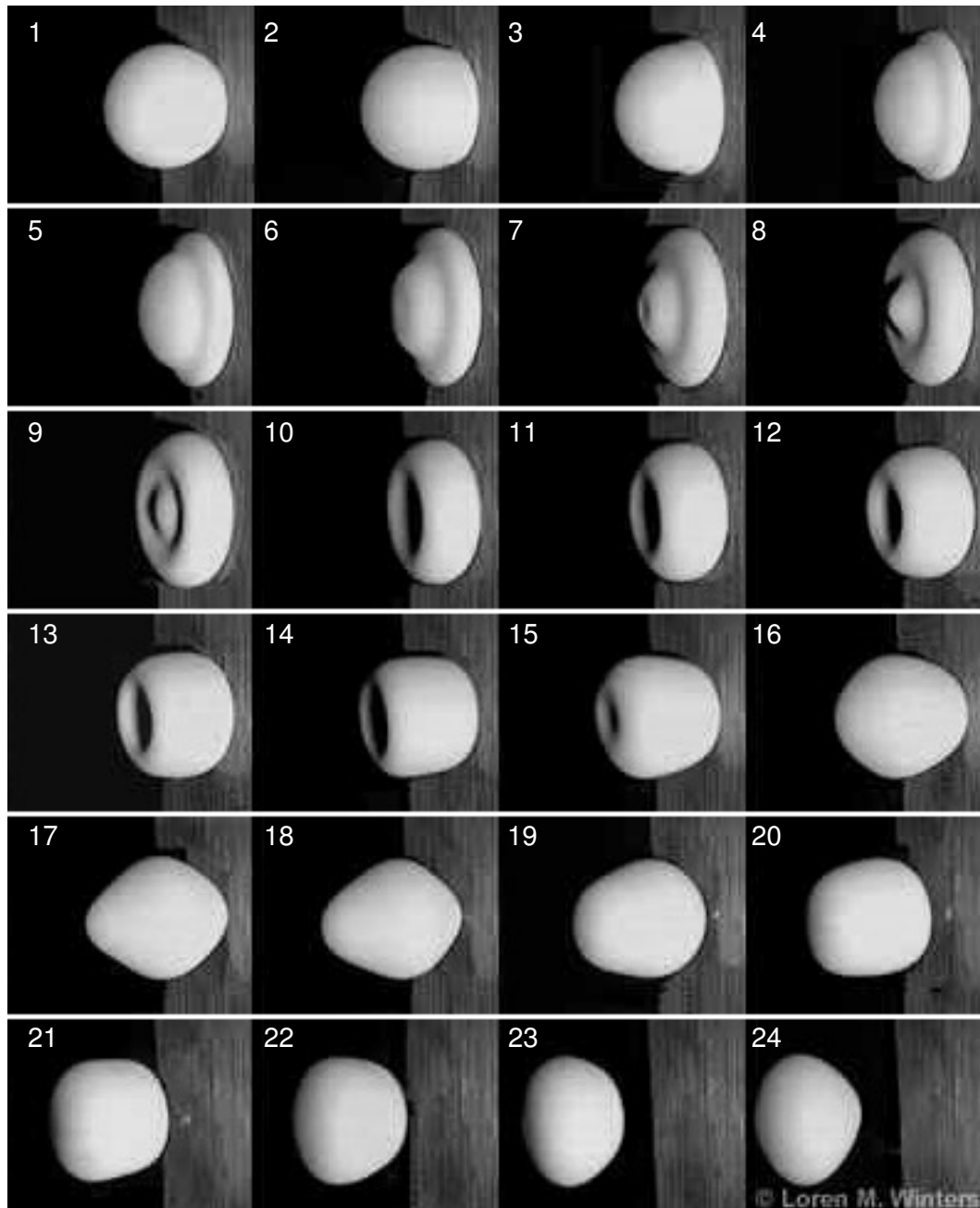
1. Ein Flugzeug fliegt mit der Geschwindigkeit  $v$  eine Strecke  $s$  hin und zurück. Dabei herrscht während der ganzen Zeit ein konstanter Wind der Geschwindigkeit  $v_{\text{Wind}}$ , der auf dem Hinflug als Rückenwind hilft und auf dem Rückflug als Gegenwind bremst. Kann man die Flugzeit somit einfach als  $t = s/v$  berechnen, weil die Windgeschwindigkeit konstant ist und somit der Zeitgewinn beim Hinflug genau wieder verloren wird beim Rückflug?
  - a) Entscheiden Sie sich für eine Antwort. Wählen Sie dann als Beispiel die Daten  $v = 800 \text{ km/h}$ ,  $s = 8000 \text{ km}$ ,  $v_{\text{Wind}} = 100 \text{ km/h}$  und berechnen Sie die Hin- und Rückflugzeiten, sowie die gesamte Reisezeit. Vergleichen Sie schliesslich mit  $t = s/v$ .
  - b) Zeigen Sie schliesslich auch noch formal, dass das gefundene Resultat von Aufgabe a) immer stimmt!
2. Zeichnen Sie zum folgenden s-t-Diagramm das zugehörige v-t-Diagramm darunter und beschriften Sie die Achsen des v-t-Diagramms sinnvoll und richtig!



Beantworten Sie auch folgende Fragen:

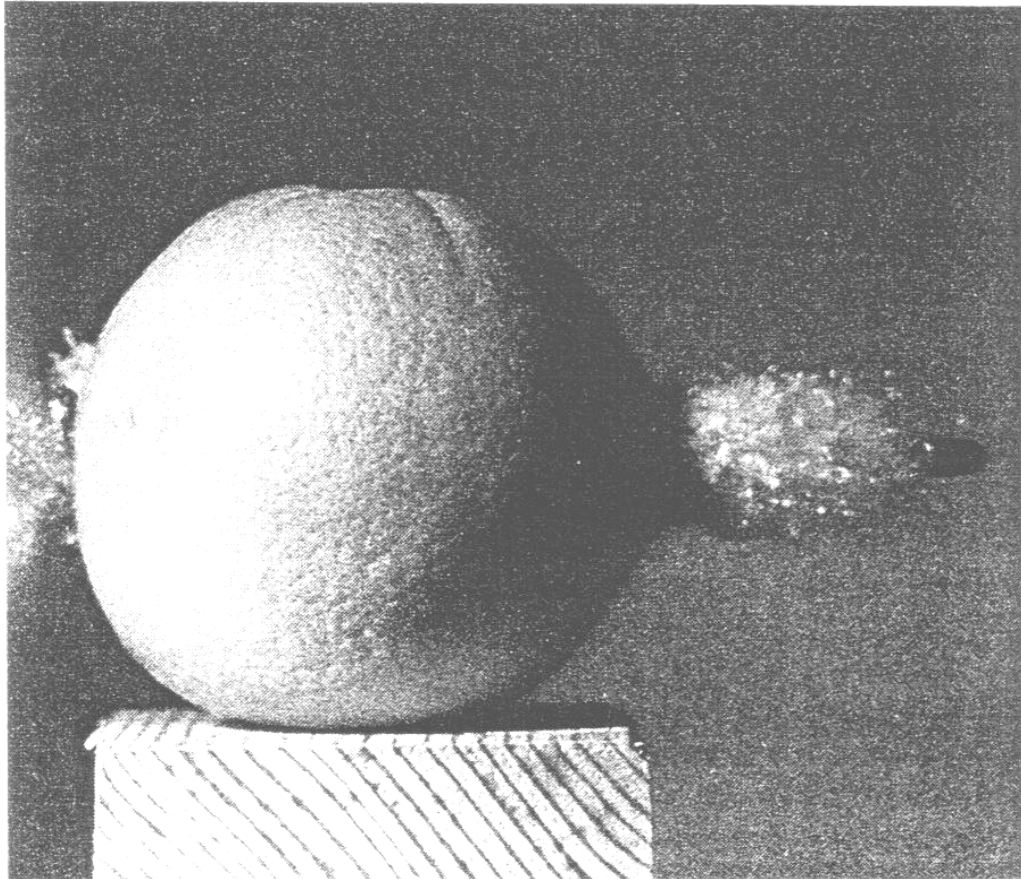
- a) Wie lange ist die insgesamt zurückgelegte Wegstrecke in den ersten 11 s ? Berechnen Sie ebenfalls die mittlere Geschwindigkeit während diesem Zeitintervall.
- b) Wie weit entfernt vom Startort bei  $t = 0 \text{ s}$  befindet man sich zur Zeit  $t = 11 \text{ s}$  ?
- c) Bewegt sich der Körper immer in gleiche Richtung? Wenn nein, wo ändert er die Richtung? Wie erkennt man dies im s-t- resp. am v-t-Diagramm?
- d) Worin unterscheidet sich die Kurve im s-t von jener im v-t-Diagramm ganz wesentlich? Woher kommt dieser Unterschied?

3. Die folgenden Fotografien sind mit einer „normalen“ Fotokamera aufgenommen, indem mit einem extrem kurzen Blitz in einem völlig dunklen Raum der Aufprallort eines Racquetballs belichtet wurde. Der Racquetball wird immer wieder mit gleicher Geschwindigkeit an denselben Ort geschossen und zu einem etwas späteren Augenblick wird geblitzt. So können Aufnahmen der verschiedenen Sequenzen des Aufpralls fotografiert werden. Damit das Bild nicht verschwommen ist muss der Blitz wirklich extrem kurz sein. Zwischen den einzelnen Fotos besteht hier ein Zeitunterschied von  $0.25 \text{ ms} = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ . Ein Racquetball hat einen Durchmesser von 57 mm; er besteht aus einer relativ dicken, elastischen Gummischale.



- Bestimmen Sie aus den ersten vier Fotos die Geschwindigkeit des Balls. Beachten Sie, dass die äussere Kontaktlinie an der Wand ein Kreis ist und elliptisch im Bild erscheint. Zusatzfrage: Wie genau können Sie die Geschwindigkeit bestimmen, wenn Sie annehmen, dass man Distanzen auf ca.  $\pm 5 \text{ mm}$  genau ausmessen kann (entspricht  $\pm 1 \text{ mm}$  auf der Foto).
- Wie lange berührt der Ball die Wand? (d.h. bestimmen Sie die Kontaktzeit mit der Wand)
- Von Bild 10 bis 16 vergrössert sich der platt gedrückte Ball sehr schnell wieder. Wie gross ist hier die Geschwindigkeit mit der sich der Ball ausdehnt? Dies entspricht ungefähr der Geschwindigkeit des Balls nach dem Stoss. Auch aus den Bildern 18 bis 23 können Sie die Geschwindigkeit des Balls nach dem Stoss abschätzen. Ist sie gleich gross wie vor dem Stoss?

4. Wo und wann treffen sich zwei Züge, die einander entgegen fahren?  
Ein Zug startet um 12:00 in Bern und fährt mit 100 km/h ohne Halt nach Zürich. Dort ist ein Zug bereits um 11:45 abgefahren. Dieser zweite Zug fährt mit einer Geschwindigkeit von 120 km/h ohne Halt nach Bern. Die Eisenbahnstrecke Bern – Zürich messe 120 km.  
Wo (km-Angabe von Bern aus!) und wann (Uhrzeit angeben, auf nächste 5 min. runden) treffen sich die beiden Züge? Lösen Sie diese Aufgabe grafisch in einem s-t-Diagramm.
5. Bestimmen Sie mit Hilfe der folgenden Angaben die Belichtungszeit, die nötig war um eine scharfe Foto zu erhalten, die zeigt wie sich das Geschoss durch die Orange gebohrt hatte. Erinnern Sie sich auch an die Überlegungen zur Fehlerabschätzung, resp. zur numerischen Genauigkeit einer physikalischen Angabe!
- a) Geschossgeschwindigkeit: 800 m/s. Wie viel ist das in km/h?
  - b) Sie machen eine Foto mit  $1/5000$  s Belichtungszeit, wie weit fliegt in dieser Aufnahmezeit die Kugel?
  - c) Eine wie kurze Belichtungszeit war notwendig, damit das untenstehende Foto derart scharf sein kann?



Hinweis: Schätzen Sie aus der Foto ab, wie weit während der Belichtungszeit ein Orangenteilchen maximal geflogen sein kann.