

Prinsippark som verktøy i fysikk og realfag

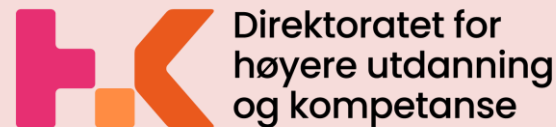
Vegard Gjerde
Postdoktor fysikkdidaktikk
UiB



Lærernes
dag 2024

PAFYS: Prinsippbasert aktiv undervisning for sterkere fysikk og ingeniørstudenter

- 5 millioner i midler fra DIKU-utlysning (HKDIR)
 - Program for studentaktiv læring
- Prosjektdeltakere:
 - Bodil Holst (Prosjektleder)
 - Vegard Gjerde (Postdoc og Phys111)
 - Stein Dankert Kolstø (Prof. naturfagsdidaktikk)
 - Kjartan Olafsson (Phys109)
 - Kjellmar Oksavik (Phys109)
 - Martino Marisaldi (Phys113)
 - Harald Spångberg (ING 171, HVL Haugesund)



PAFYS: Prinsippbasert aktiv undervisning for sterkere fysikk og ingeniørstudenter

- Bygger videre på doktorgradsprosjektet:

*Integrating Cognitive Learning Strategies into Physics Instruction:
Developing students' approaches to physics and learning*



**Lærernes
dag 2024**

Hva er et prinsippark?



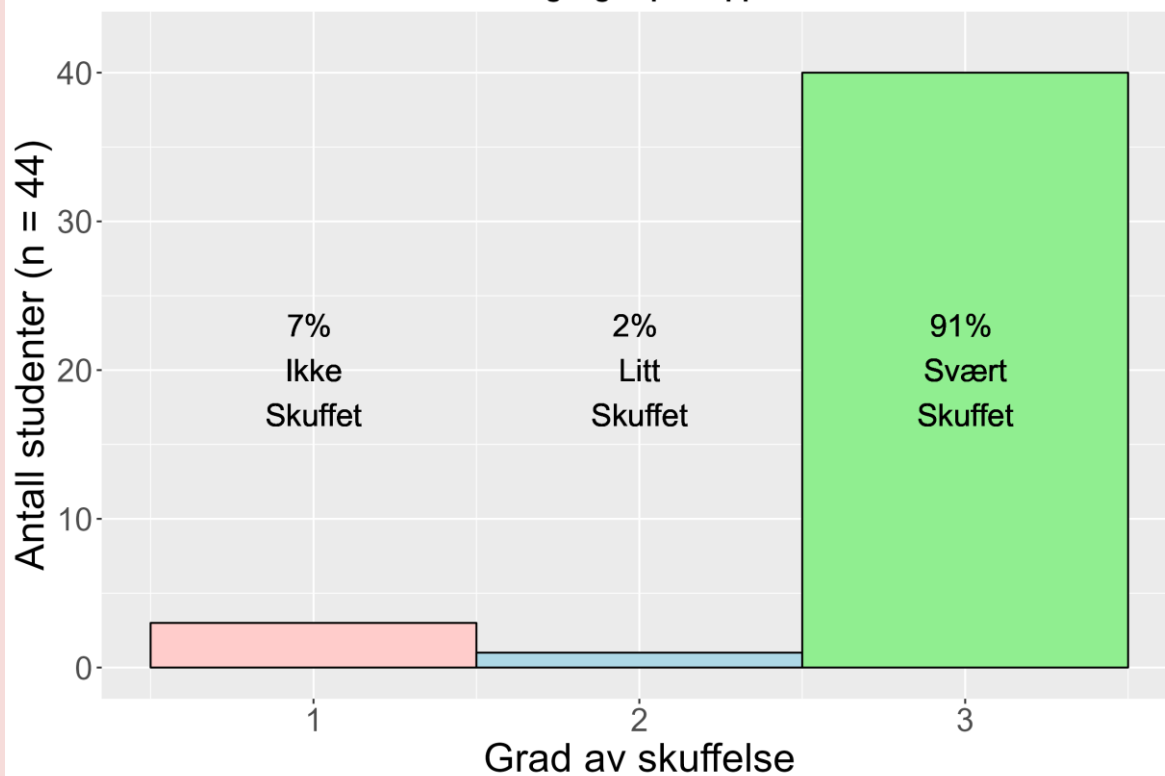
Lærernes
dag 2024

	Motion	Force	Energy	Momentum		
Translational mechanics	Kinematics: 1 Condition: $a = \text{constant}$ Kinematics 1: $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ Kinematics 2: $v = v_0 + a t$ Kinematics 3: $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ Kinematics 4: $\Delta x = \frac{1}{2} (v_0 + v) t$	Newton's 3 laws: 2 Newton's 1st: $\sum \vec{F} = 0 \leftrightarrow \vec{a} = 0$ Newton's 2nd: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ Newton's 3rd:	Conditions: 1. One body or system 2. Net force equals zero 3. At rest, or 4. Constant linear velocity 1. One body or system 2. All forces on body 3. Vector sum of forces 1. Involves two bodies 2. Forces exerted on each other	Conservation of energy 3 Cons. of mechanical energy: Condition: $W_{nc} = 0$ $K_1 + U_1 = K_2 + U_2$ Conservation of total energy	Work: Definition work Condition: $(\vec{F} = \text{constant})$ Integral form $W = \vec{F} \cdot \vec{d}$ $W = \int_{p_1}^{p_2} \vec{F} d\vec{l}$ Work-energy-theorem:	Conservation of momentum 4 Conservation of linear momentum Condition: Conservation: $\sum \vec{F}_{xyz} = \frac{d\vec{p}_{xyz}}{dt} = 0$ $\sum m_i \vec{v}_i = \sum m_f \vec{v}_f$ Impulse-momentum theorem: Condition: $\vec{F} = \text{constant}$ $\sum \vec{F} \cdot \Delta t = \vec{p}_f - \vec{p}_i = \Delta \vec{p}$
	5 Condition: $\alpha = \text{constant}$ Rot. kinematics 1: $\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$ Rot. kinematics 2: $\omega = \omega_0 + \alpha t$ Rot. kinematics 3: $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\Delta\theta$ Rot. kinematics 4: $\Delta\theta = \frac{1}{2} (\omega_0 + \omega) t$	6 Newton's 1st: $\sum \vec{\tau} = 0 \leftrightarrow \vec{\alpha} = 0$ Newton's 2nd: $\sum \vec{\tau} = I\vec{\alpha}$ Newton's 3rd:	Conditions: 1. Incompressible fluid 2. Steady flow 3. No viscosity	Bernoulli's equation Conditions: 1. Incompressible fluid 2. Steady flow 3. No viscosity $p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$	Conservation of angular momentum Condition: Conservation: $\frac{d\vec{L}_{xyz}}{dt} = 0$ $\sum \vec{L}_i = \sum \vec{L}_f$ Impulse - ang. momentum theorem: Condition: $\vec{\tau} = \text{constant}$ $= \sum \vec{\tau} \cdot \Delta t = \vec{L}_f - \vec{L}_i = \Delta \vec{L}$	
Fluid mechanics	Continuity equation Mass continuity $\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$ Volumetric continuity Condition: Incompressible fluid $A_1 v_1 = A_2 v_2$	Archimedes' principle $F_{buoyancy} = \rho_{fluid} \cdot V_{displaced} \cdot g$	Elasticity & equilibrium	$Y = \frac{\text{Tensile stress}}{\text{Tensile strain}} = \frac{F/A}{\Delta l/l_0}$ $B = \frac{\text{Bulk stress}}{\text{Bulk strain}} = \frac{-\Delta p}{\Delta V/V_0}$ $S = \frac{\text{Shear stress}}{\text{Shear strain}} = \frac{F/A}{x/h}$		
Other	1 Kinematics 1 - integral $x = x_0 + \int_0^t v dt$ $v = \frac{dx}{dt}$ Kinematics 2 - integral $v = v_0 + \int_0^t a dt$ $a = \frac{dv}{dt}$	2 $f \leq F_N \cdot \mu$ $F_G = G \frac{mM}{r^2}$ $a_c = \frac{v^2}{r}$ $F_{spring} = -kx$	3 $K_{trans} = \frac{1}{2} m v^2$ $U_{spring} = \frac{1}{2} k x^2$ $K_{rot} = \frac{1}{2} I \omega^2$ $U_{grav} = mgh$	4 $\vec{p} = m\vec{v}$ $\vec{r}_{cm} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}$ $\vec{J} = \sum \vec{F} \cdot \Delta t$ $\vec{v}_{cm} = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i}$	5 Rot. kinematics 1 - integral $\theta = \theta_0 + \int_0^t \omega dt$ $x = r\theta$ Rot. kinematics 2 - integral $\omega = \omega_0 + \int_0^t \alpha dt$ $v = r\omega$ $a = r\alpha$	6 $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ $\rho = m/V$ $\vec{L}_{particle} = \vec{r} \times \vec{p}$ $p = F/A$ $\vec{L}_{rotation} = I\vec{\omega}$ $Q = V/t$

"Ja, for etter du har brukt det såpass mange ganger, det arket, så lager det ... Det formelarket det lagres liksom i hodet ditt. Så til slutt trengte jeg ikke å bruke det, fordi jeg kunne alle.»



"Hvor skuffet ville du blitt hvis du mistet tilgang til prinsipparket?"



Lærernes
dag 2024

Prinsippark

- Er det ikke bare et formelark?
- Hva er et prinsipp?



Lærernes
dag 2024

Prinsippark for PHYS109

Grunnleggende observasjoner og metoder: Målinger av elektromagnetiske bølger/fotoner tolket i lys av kjente fysikklover

Observerte parametere (kan variere med tiden)

- Tilsynelatende magnitudo (2)
- Lysspekter (2,3,4,7,8,10)
- Kontinuerlig spekter (2,4,7)
- Spektrallinjer (3, 4, 6, 7)
- Dopplerforskyvning (3, 4, 5, 6)
- Posisjon på himmelen (4, 6, 9)

Klassifisering av stjerner etter utstrålt effekt og overflatetemperatur:

- **Hertzsprung-Russell diagram** (2, 3)

1. Lysstyrke og avstand

Magnitudeforskjell vs. energiflukt (brightness):

$$m_2 - m_1 = 2,5 \log \left(\frac{b_1}{b_2} \right)$$

Absolutt og tilsynelatende magnitudo:

$$M = m - 5 \log \left(\frac{d}{10 \text{ pc}} \right), \text{ Ingen slokking}$$

Parallakse og avstand:

$$p[\text{radianer}] = 1 \text{ AU}/d$$

$$d[\text{pc}] = 1/p["]$$

Observert tilsynelatende magnitudo med slokking:

$$m = M + 5 \log \left(\frac{d}{10 \text{ pc}} \right) - A$$

2. Energiutstråling

$$\text{Fotonenergi: } E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

For et svart legeme:

$$\text{Utstråling per } m^2: E = \sigma T^4$$

$$\text{Overflatetemperatur: } \lambda_{\text{max}} T = \text{konstant}$$

$$\text{Luminositet (utstrålt effekt): } L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

3. Spektrallinjer

$$\text{Hydrogenatomet: } \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

$$\text{Dopplerforskyvning: } \Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v_{\text{rel}}}{c} \text{ når } v_{\text{rel}} \ll c$$

4. Optiske instrumenter

Vinkeloppløsning:

$$\Delta\theta[\text{radianer}] = 1,22 \frac{\lambda}{D}$$

Vinkelforstørrelsen til et teleskop:

$$M = \frac{\theta_{\text{ut}}}{\theta_{\text{inn}}} = \frac{f_{\text{objektiv}}}{f_{\text{okular}}}$$

5. Universets ekspansjon

$$v = H_0 d$$

6. Banebevegelse til himmellegemer

$$\text{Massesenter: } m_1 r_1 = m_2 r_2$$

$$\text{Vinkelhastighet: } \omega = \frac{v}{r}$$

$$\text{Sentripetalakselerasjon: } a_r = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$$

$$\text{Newtons 2. lov: } \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

$$\text{Newtons gravitasjonslov: } F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Konservering av mekanisk energi:

$$E_{\text{total}} = K + U = \frac{1}{2}mv^2 + U = \text{konstant}$$

Potensiell energi for to legemer:

$$U = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

Konservering av banespenning (orbital angular momentum):

$$L = mvr \sin \phi = \text{konstant}$$

Keplers lover:

- Elliptiske baner med sol i brennpunkt
- Konstant banespenning ($L = \text{konstant}$)
- $T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM_S}$ (i vårt solsystem)

Unnsliplingshastighet: $K + U = 0$

7. Absorpsjon i interstellær materie

Finne likevektstemperatur til partikkel:

$$F_{\text{utstrålt}} = F_{\text{absorbert}}$$

8. Energibetraktninger og stjernedannelse

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$$

Betingelse for gravitasjonskollaps:

$$E_{\text{tot}} = U_{\text{tot}} + K_{\text{tot}} < 0$$

$$\text{Egenspinnet til stjerne: } J = I\omega$$

$$\text{Spinn ved kollaps: } J = \text{konstant}$$

$$\text{Virialteoremet: } \langle KE \rangle = -\frac{1}{2} \langle U \rangle$$

9. Planeter og måner

$$\text{Roche-grensen: } R_{\text{Roche}} = \sqrt[3]{\frac{4M}{\rho}}$$

$$\text{Radioaktiv datering: } N(t) = N_0 e^{-t/\tau_{1/2}}$$

10. Atmosfære

Adiabatisk prosess: Ingen varmeutveksling til omgivelsene.

$$\text{Tilstandsligningen for ideell gass: } P = \frac{\rho}{m} kT$$

$$\text{Atmosfæretrykk: } \frac{dP}{dz} = -\rho(z)g(z)$$

$$\text{Betingelse for konveksjon: } \left| \frac{dT}{dz} \right| > \left| \frac{dT}{dz} \right|_{\text{adiabatisk}}$$



Lærernes
dag 2024

Hierarchical Principle Structure for PHYS113 – Mechanics II and Thermodynamics – Version v5. 13/09/2022

	Mechanics				Thermodynamics			
	Gravitation	Simple harmonic motion	Mechanical waves and sound	Lagrange / Hamilton	Heat transfer:		Heat transfer	
Force	Gravitational force: $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Hooke's law: $F_s(x) = -kx$			Conduction: Heat current: $H = kA \frac{T_H - T_C}{L}$	Radiation: Heat current: $H = Ae\sigma T^4$		
Equations of motion	Orbital velocity in a circular orbit: $v = \sqrt{GM/R}$	Displacement vs. time $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$	The wave equation: $\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$	Lagrange function: $\mathcal{L} = T - V$	Thermal expansion: Linear: $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ Volume: $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$		Thermal properties	
	3 rd Kepler's law: $\frac{a^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = \text{const}$	Angular frequency: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}$	Velocity for periodic waves: $v = \lambda f$ For sinusoidal waves: Angular frequency Wave number $\omega = 2\pi f$ $k = \frac{2\pi}{\lambda}$	Lagrange equation: $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_i} = 0$	Molar heat capacity for ideal gases at constant volume at constant pressure: monoatomic gas: diatomic gas: $C_p = C_v + R$ $C_v = \frac{3}{2}R$ $C_v = \frac{5}{2}R$			
		Amplitude: $A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}}$	Wave function: $y(x,t) = A \cos(kx - \omega t)$	Generalized momentum: $p_i = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_i}$	Work in thermodynamic processes: $W = \int_{V_i}^{V_f} p dV$	Internal energy change for ideal gases: $\Delta U = nC_v \Delta T$	Energy conversion	
Energy	Gravitational potential energy: $U = -G \frac{m_1 m_2}{r}$	Potential energy in a spring: $U = \frac{1}{2} kx^2$		Hamilton's function: $H = \sum_j q_j p_j - \mathcal{L}$	1 st law of thermodynamics: $\Delta U = Q - W$	Entropy change for reversible processes: $\Delta S = \int_i^f \frac{dQ}{T}$		
	Kinetic energy: $K = \frac{1}{2} m v^2$			Hamilton's equations: $\begin{cases} \dot{q}_j = \frac{\partial H}{\partial p_j} \\ \dot{p}_j = -\frac{\partial H}{\partial q_j} \end{cases}$	Thermal machines General cycle: Carnot cycle: Heat engine efficiency: $e = \frac{W}{Q_H} = 1 - \left \frac{Q_C}{Q_H} \right $ $e_{Carnot} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$			
	Conservation of mechanical energy: $E = K + U = \text{const}$	Conservation of mechanical energy: $E = K + U = \text{const}$			Refrigerator coefficient of performance $K = \frac{ Q_C }{ W } = \frac{ Q_C }{ Q_H - Q_C }$	$K_{Carnot} = \frac{T_C}{T_H - T_C}$		
	Total mechanical energy: $E = -\frac{1}{2} G \frac{Mm}{a}$	Total mechanical energy: $E = \frac{1}{2} kA^2$					Processes	
Specific topics	Conservation of orbital angular momentum $\vec{L} = \text{const}$	Angular frequency of a simple pendulum: $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$	Fundamental frequency for standing waves: $f_1 = \frac{v}{2L}$ Velocity for transverse waves on a string: $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	Condition to have $p_i = \text{const}$: q_i is cyclic	Condition	Work		
	Orbital angular momentum at perigee and apogee: $r_A v_A = r_P v_P$	Angular frequency of a physical pendulum: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$	Beat frequency: $f_{beat} = f_a - f_b $ Doppler effect: $f_L = \frac{v+v_L}{v+v_S} f_S$		Isochoric $V = \text{const}$	$W = 0$		
					Isobaric $p = \text{const}$	$W = p(V_f - V_i)$		
					Isothermal $T = \text{const}$	$W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$		
					Adiabatic $Q = 0$	$W = -nC_v \Delta T$		

Overførbart til andre emner?

- Tre studenter har overført til andre emner, som:
 - Elektromagnetisme
 - Lineær algebra
 - Calculus 2
 - Funksjoner av flere variabler
- Hva er prinsippene i ditt kurs?



Hvorfor prinsipper?



Lærernes
dag 2024

Hvorfor prinsipper?

- Den sentrale kunnskapen i fysikk.
 - Utgangspunkt for all dyp læring
 - Sentral i fysisk tenking
 - Sentral i alle primære læringsstrategier
- **Store mangler i studentenes kunnskap**
 - “Formeljakt”
 - Husker ikke Newtons andre lov rett før eksamen.



Lærernes
dag 2024

Faktatest (20 spm, 20 min)

Hva er enheten(e) til:

1. Krefter
2. Energi
3. Arbeid
4. Lineær bevegelsesmengde
5. Angulær bevegelsesmengde (spinn)
6. Kraftmoment

Skriv et uttrykk for:

7. Newtons andre lov
8. Arbeid ved konstant kraft
9. Bevaring av mekanisk energi
10. Bevaring av energi, inkl. arbeid fra ikke-konservative krefter

11. Arbeid- og energiteoremet
12. Impuls-bevegelsesmengdeteoremet
13. Definisjon lineær bevegelsesmengde
14. Angulær bevegelsesmengde for partikkel
15. Angulær bevegelsesmengde for roterende legeme
16. Potensiell gravitasjonsenergi
17. Potensiell fjørenergi
18. Friksjonskraft

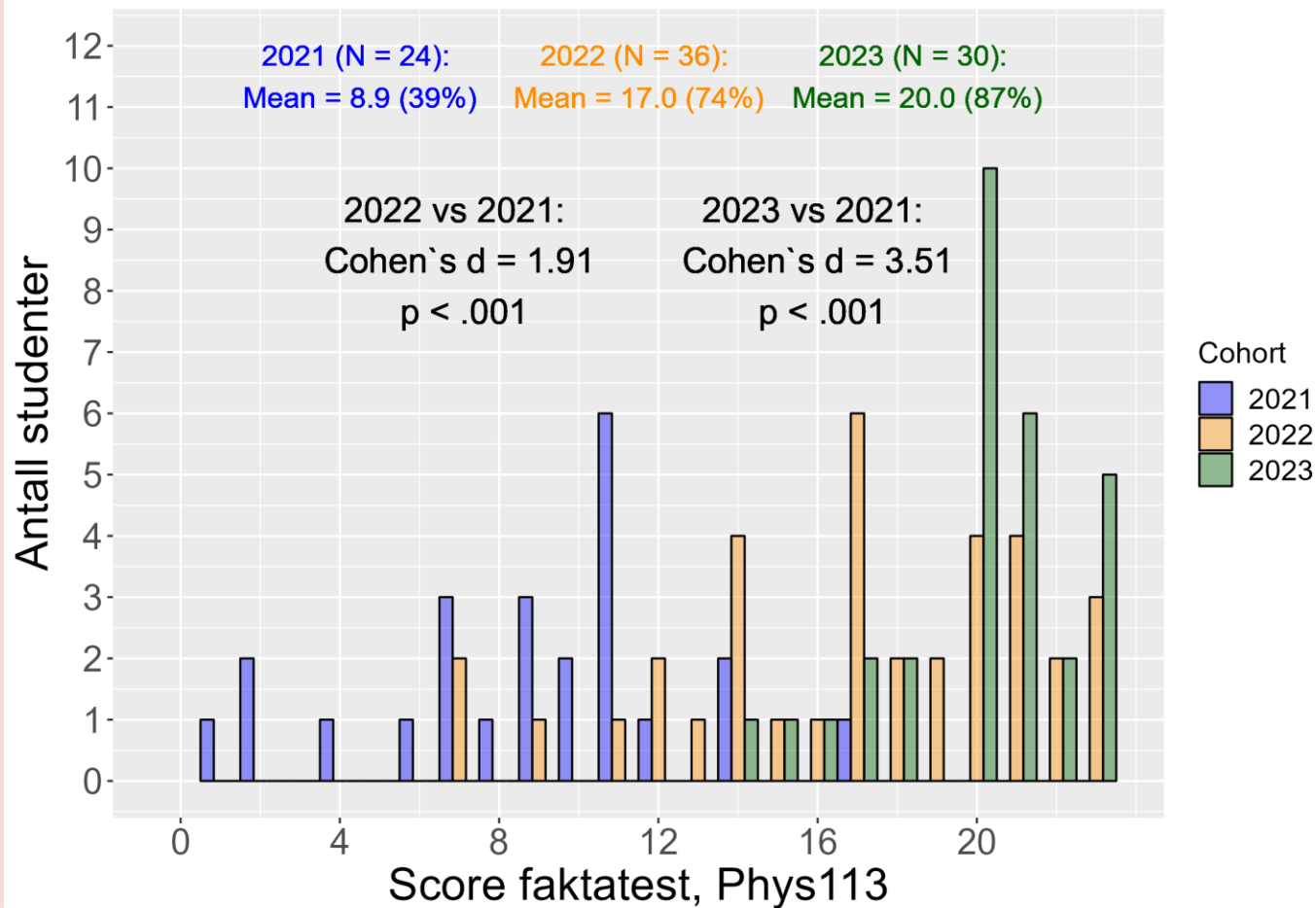
Hva er betingelsene for:

19. Bevaring av lineær bevegelsesmengde
20. Bevaring av angulær bevegelsesmengde



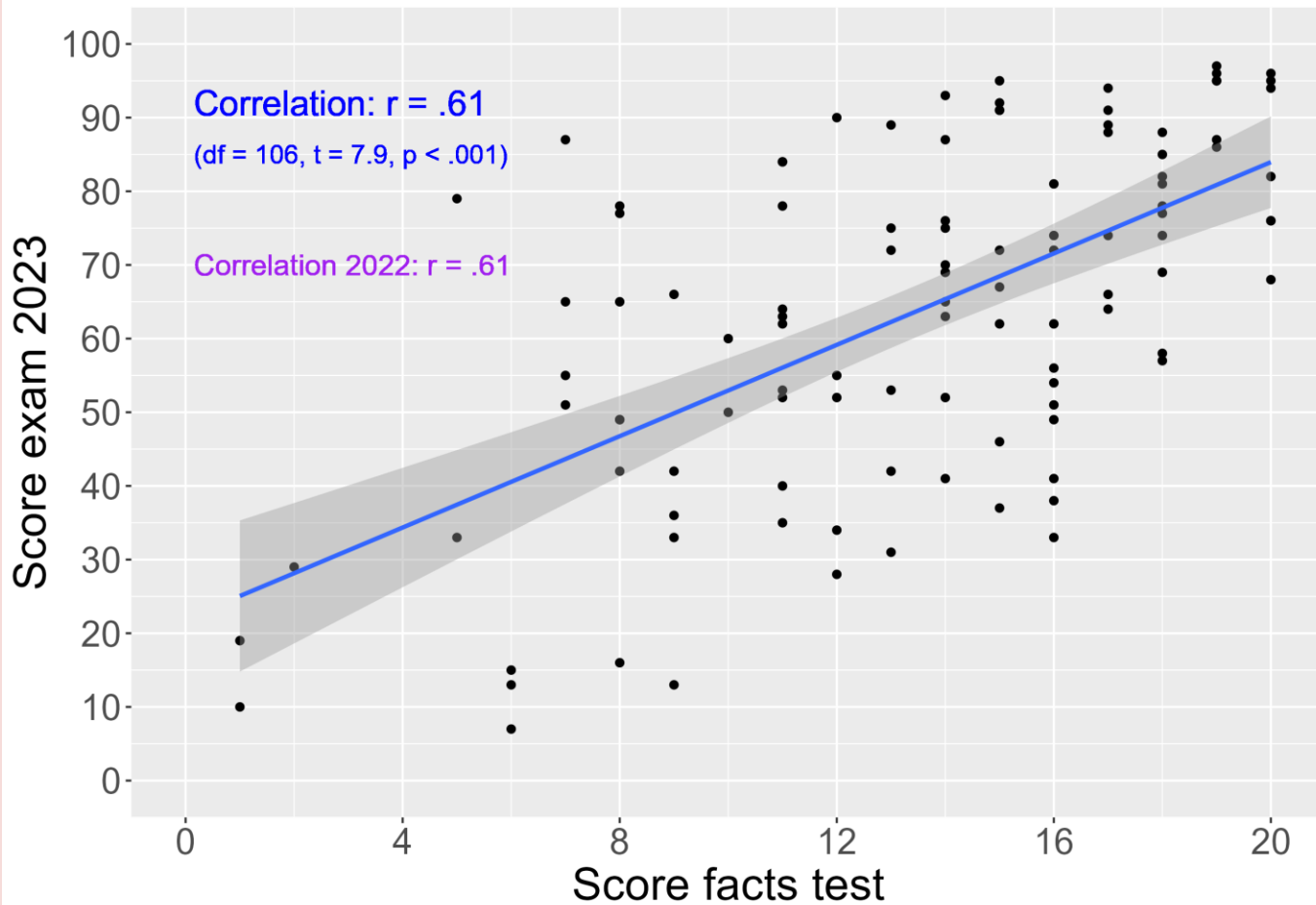
**Lærernes
dag 2024**

Kohortsammenligning Faktatest Phys113



Lærernes
dag 2024

Correlation: facts test~exam Phys111 2023



Lærernes
dag 2024

**Prinsippark som
utgangspunkt for:**

**Utbroderende innkoding
(tidlig innlæring)**



**Lærernes
dag 2024**

Prinsippark → Innlæring

- Utgangspunkt for tidlig innlæring (utbroderende innkoding).
 - Klasseromsundervisning.
 - Flashcards.
 - Videoer (omvendt klasserom).

Problemer med videoer

- Tar tid å lage
- Tradisjonelle videoer finnes allerede
- Uklart:
 - Hva de bør inneholde og baseres på.
 - Hvordan de bør struktureres

Mine videoer – kort fortalt

- Én per prinsipp & definisjon fra prinsippark.
- Korte (5-15min)
- Stimulere til utbrodering (Sammenknytte kunnskap)
 1. Pretest (innlæringsspørsmål)
 2. Forklaringer/svar på samme spørsmål
 3. Posttest, samme spørsmål
- Oppfordret til strukturert gjenfinningstrening etterpå.

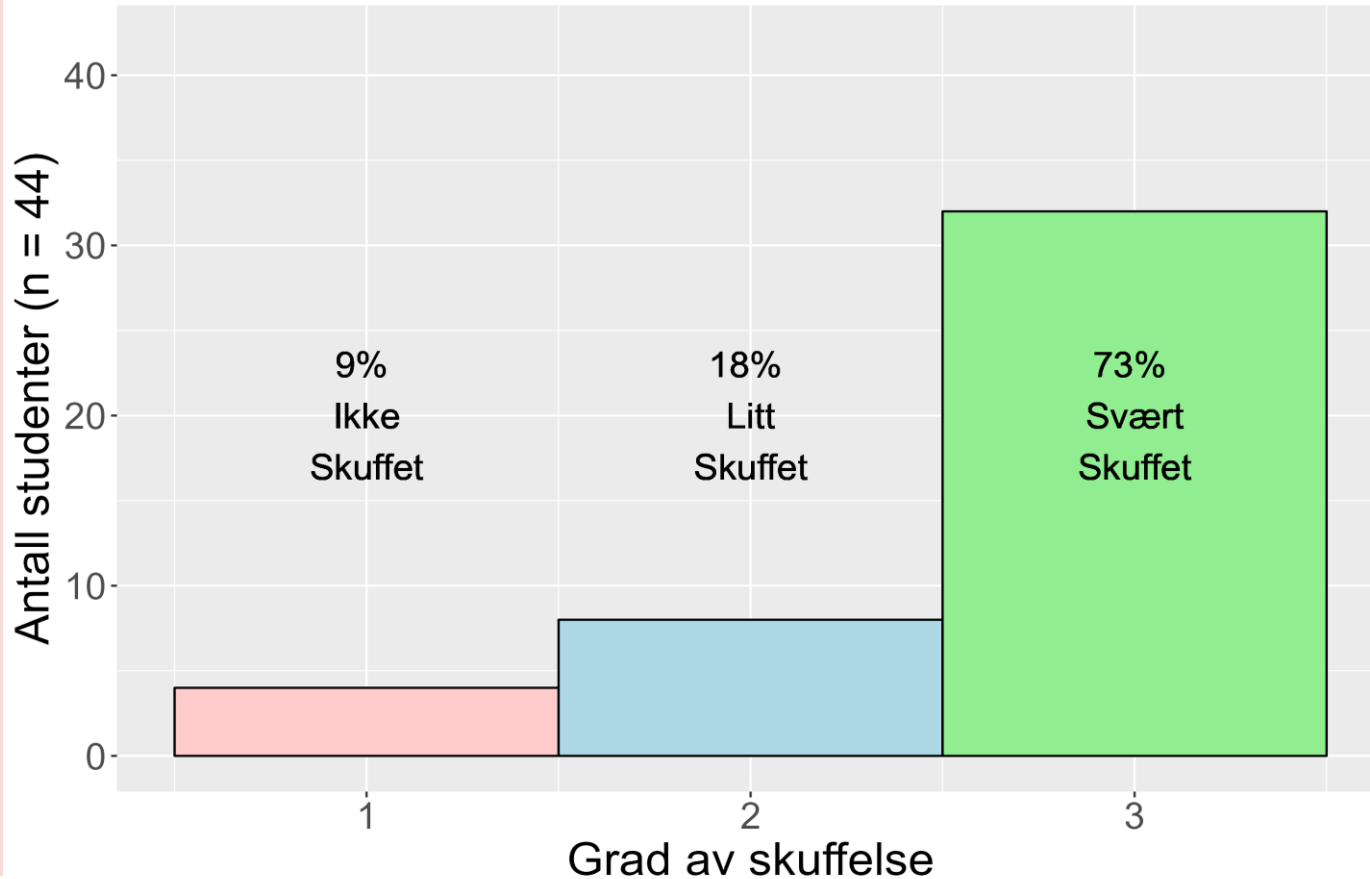
Fra spørreskjema

«Jeg liker virkelig de videoene siden jeg sliter med å lese.»

Funn

- **Kvalitativt – Spørreskjema og intervjuer:**
 - Lærer lettere fra forelesning (stor forskjell)
 - Bedre oversikt
 - Fleksibilitet, etc.
- **Kvantitative målinger – spørreskjema:**
 - Sterk følelse av mer læring og bedre oversikt
 - Sterk korrelasjon med bruk av videoer
 - Sterk korrelasjon med pre- & posttest

"Hvor skuffet ville du blitt hvis du mistet tilgang til introduksjonsvideoene?"



**Lærernes
dag 2024**

**Prinsippark som
utgangspunkt for:**

Gjenfinningstrening



**Lærernes
dag 2024**

Prinsippark → gjenfinningstrening

«*Building knowledge requires bricks, not sand.*»
- Lynne M. Reder

- Enkelt å lage materiale for gjenfinningstrening
 - Prinsippark → gjenfinningsark
- Rosinen i prinsipparkpølsen



Lærernes
dag 2024

	Motion	Force	Energy	Momentum			
Translational mechanics	<u>Kinematics:</u> 1 <u>Condition:</u> $\alpha = \text{constant}$ Kinematics 1: Kinematics 2: Kinematics 3: Kinematics 4:	<u>Newton's 3 laws:</u> 2 <u>Newton's 1st:</u> Newton's 2 nd : Newton's 3 rd :	<u>Conditions:</u> 1. One body or system 2. Net force equals zero 3. At rest, or 4. Constant linear velocity 1. One body or system 2. All forces on body 3. Vector sum of forces 1. Involves two bodies 2. Forces exerted on each other 3. Forces in opposite directions 4. Equal magnitude reaction 5. Action-reaction in straight line	<u>Conservation of energy</u> 3 <u>Cons. of mechanical energy:</u> Condition: $W_{nc} = 0$ <u>Work:</u> <u>Definition work</u> Condition: ($\vec{F} = \text{constant}$): Integral form <u>Work-energy-theorem:</u>	<u>Conservation of momentum</u> 4 <u>Conservation of linear momentum</u> Condition: Conservation: Impulse-momentum theorem: Condition: $\vec{F} = \text{constant}$		
	Rotational mechanics	<u>Condition:</u> $\alpha = \text{constant}$ Rot. kinematics 1: Rot. kinematics 2: Rot. kinematics 3: Rot. kinematics 4:	<u>Torque:</u> 6 <u>Newton's 1st (torque):</u> Newton's 2 nd (torque):	<u>Conditions:</u> 1. One body or system 2. Net torque equals zero 3. Rotational rest, or 4. Constant angular velocity 1. One body or system 2. All torques on body 3. Chosen axis/pivot point 4. Right-hand rule for direction	3 <u>Cons. of mechanical energy:</u> Condition: $W_{nc} = 0$ <u>Definition work</u> Condition ($\vec{\tau} = \text{constant}$): Integral form <u>Work-energy-theorem:</u>	6 <u>Conservation of angular momentum</u> Condition: Conservation: Ang. impulse – ang. momentum theorem: Condition: $\vec{\tau} = \text{constant}$	
		Fluid mechanics	6 <u>Continuity equation</u> Mass continuity Volume continuity Condition: Incompressible fluid	<u>Pascal's law</u> Conditions: Uniform density; no flow <u>Archimedes' principle</u>	<u>Bernoulli's equation</u> Conditions: 1. Incompressible fluid 2. Steady flow 3. No viscosity	Elasticity & equilibrium 7 $Y = \frac{\text{Tensile stress}}{\text{Tensile strain}} =$ $B = \frac{\text{Bulk stress}}{\text{Bulk strain}} =$ $S = \frac{\text{Shear stress}}{\text{Shear strain}} =$	
	Other	1 Kinematics 1 – integral $x =$ $v =$ Kinematics 2 – integral $v =$ $= \frac{dv}{dt}$	2 $f \leq$ $F_G =$ $a_c =$ $F_{spring} =$	3 $K_{trans} =$ $U_{spring} =$ $K_{rot} =$ $U_{grav} =$	4 $\vec{p} =$ $\vec{L}_{cm} =$ $\vec{j} =$ $\vec{L}_{cm} =$	5 Rot. kinematics 1 – integral $\theta =$ $x =$ Rot. kinematics 2 – integral $\omega =$ $v = r\alpha$	6 $\vec{r} =$ $\vec{L}_{particle} =$ $\vec{L}_{rotation} =$



Lærernes dag 2024

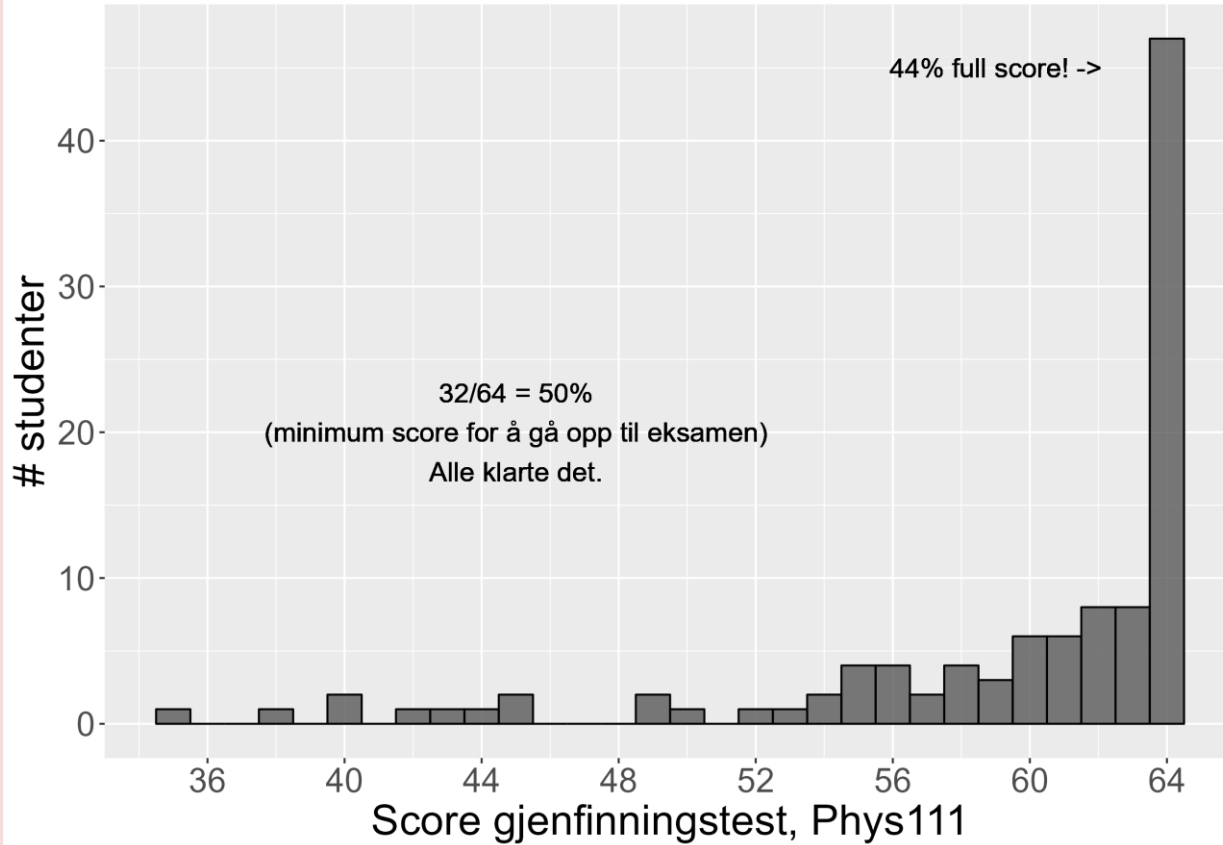
Prinsippark → gjenfinningstrening

- Strukturert gjenfinningstrening
 - Hovedformål: Øke læringseffektivitet fra andre læringsstrategier
- Positive effekter på problemløsning og faktakunnskap.
- Obligatorisk gjenfinningstest (minimum 50% score)
 - Hovedformål: Få studentene til å bruke gjenfinningstrening

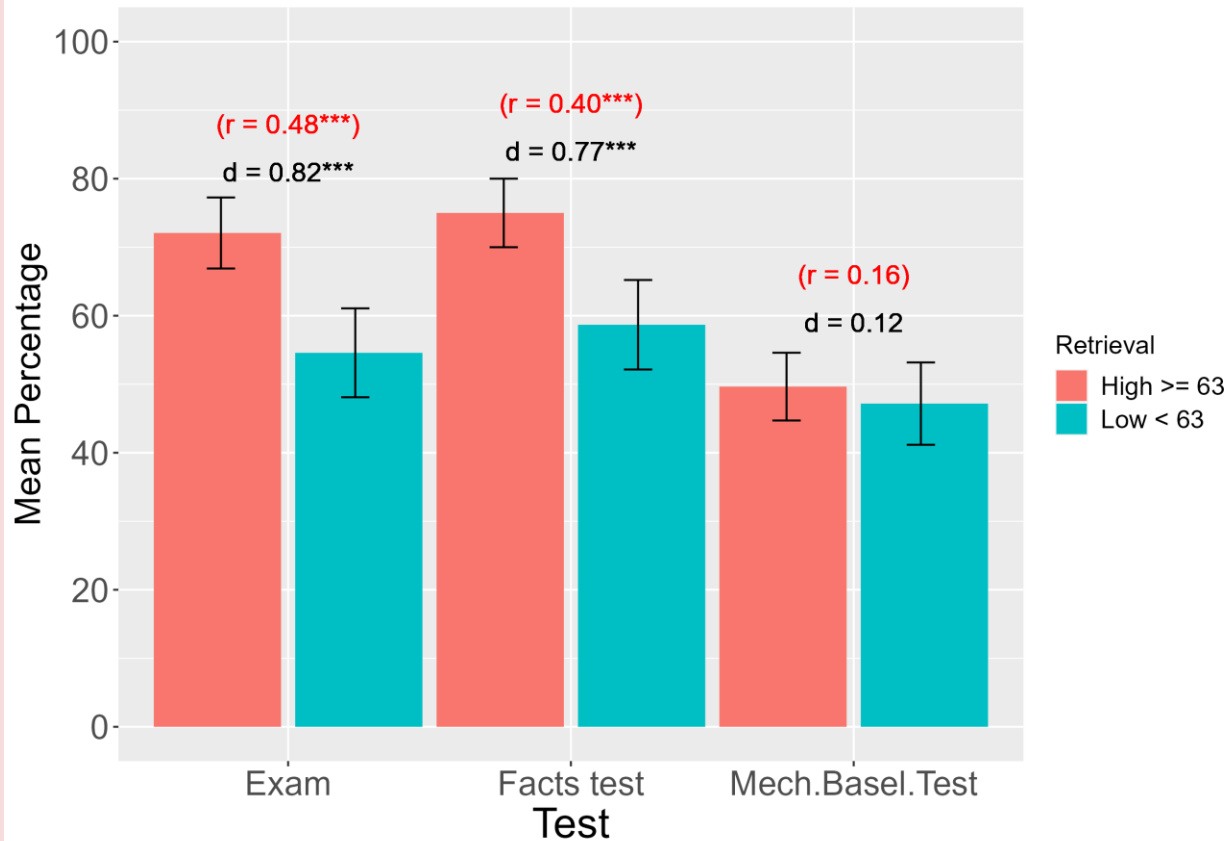


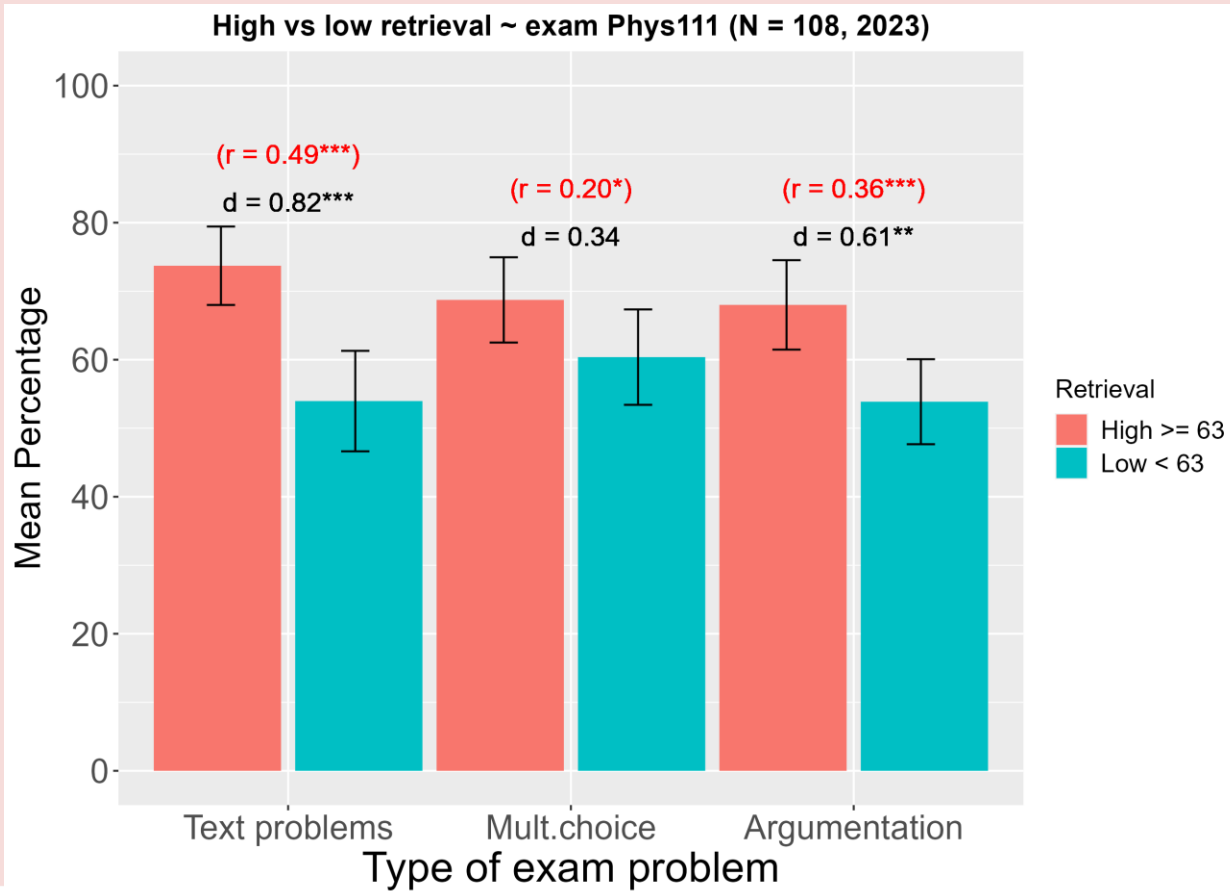
Lærernes
dag 2024

Score obligatorisk gjenfinningstest (N = 108)

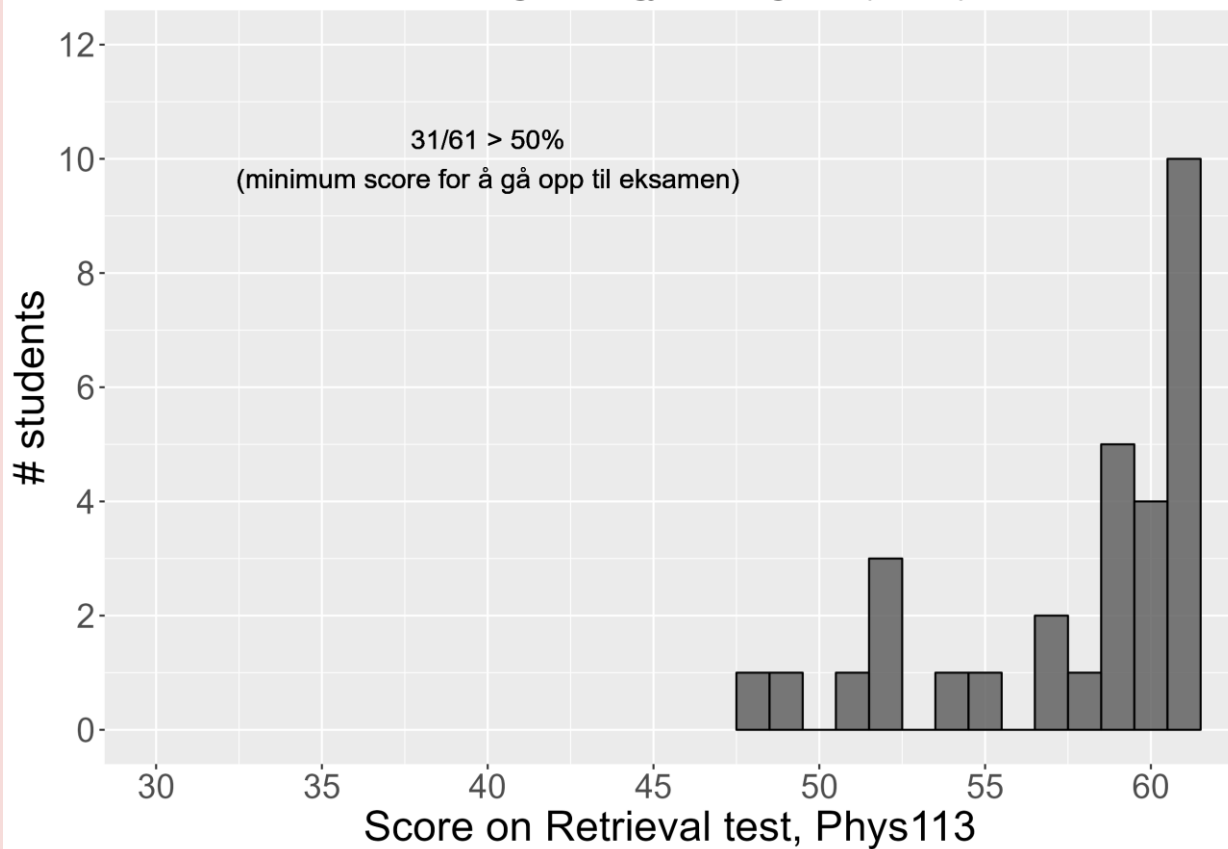


High vs low retrieval ~ tests Phys111 (N = 108, 2023)



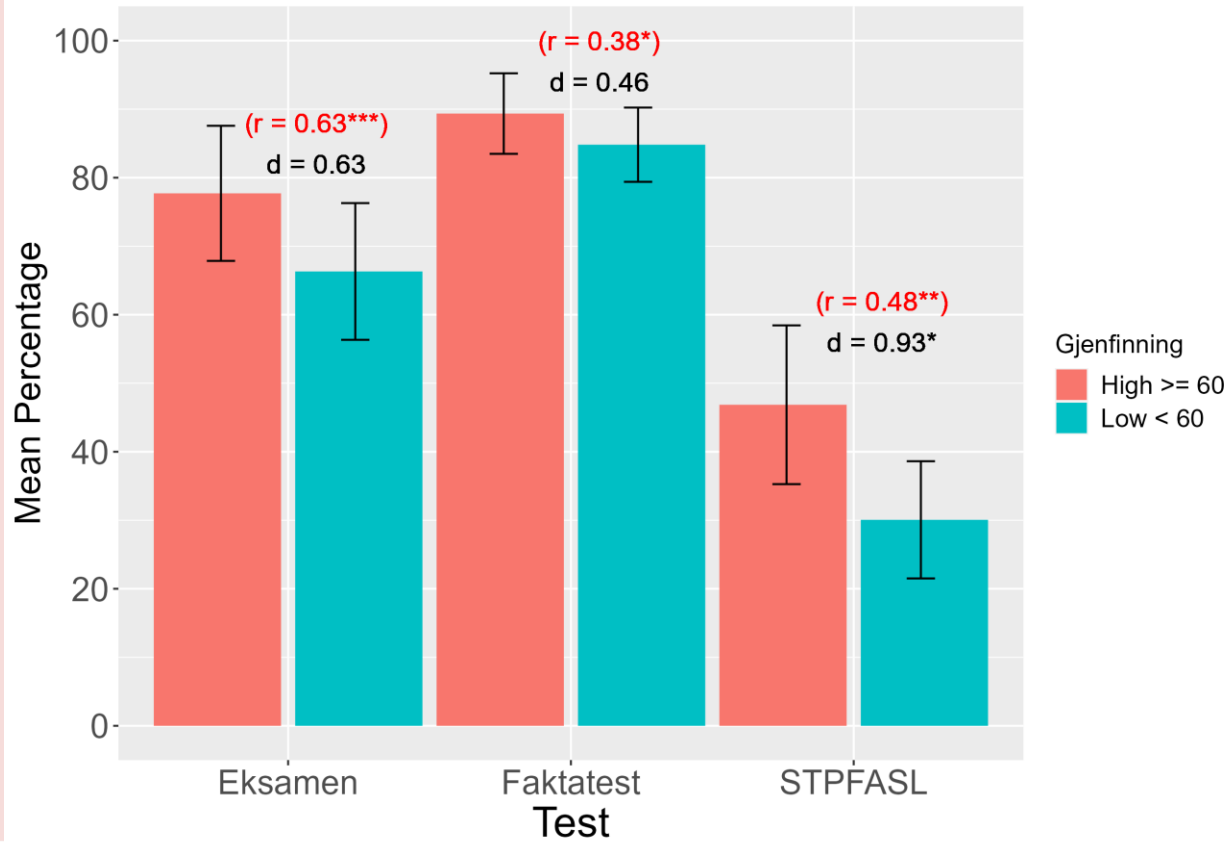


Score obligatorisk gjenfinningstest (N = 30)

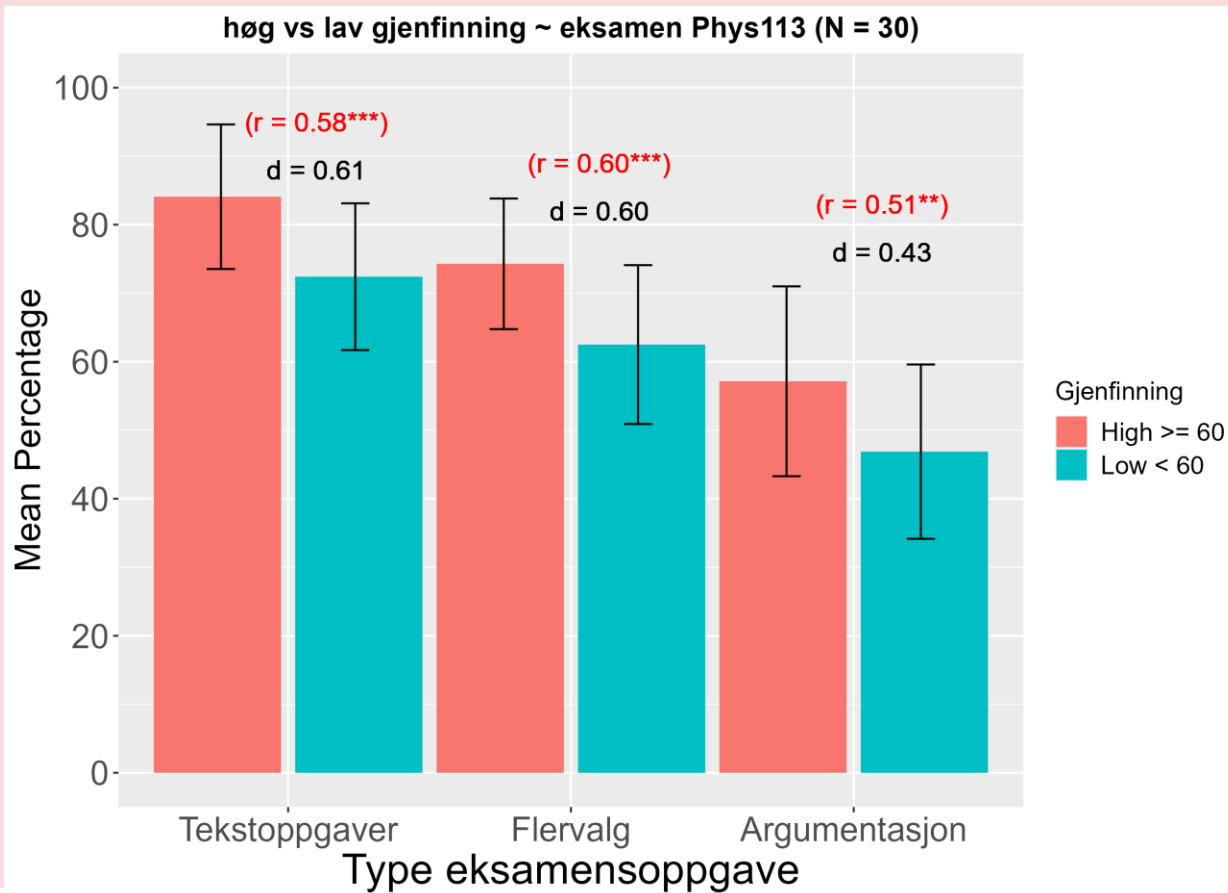


Lærernes
dag 2024

høg vs lav gjenfinning ~ tester Phys113 (N = 30, 2023)

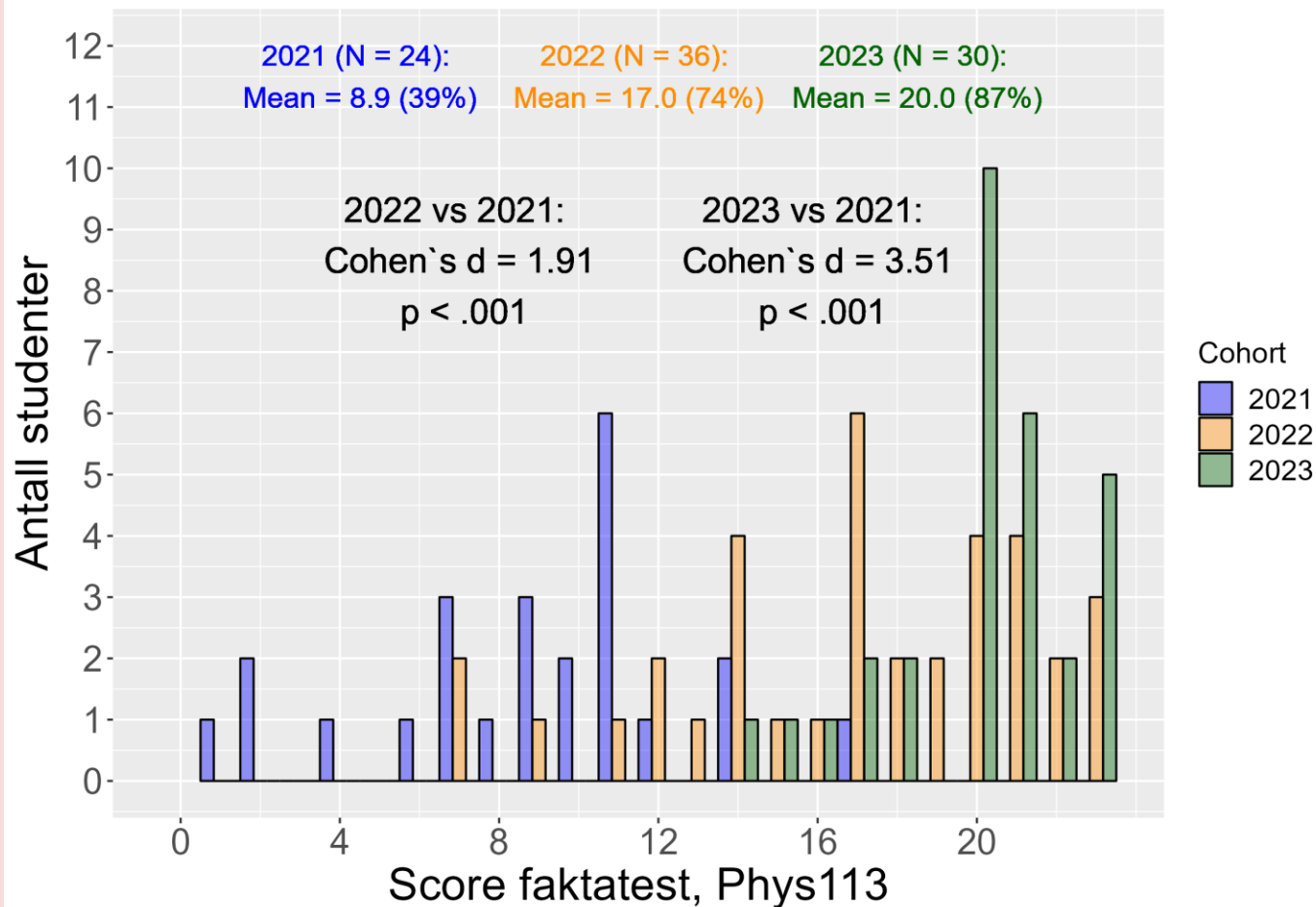


**Lærernes
dag 2024**



Lærernes
dag 2024

Kohortsammenligning Faktatest Phys113

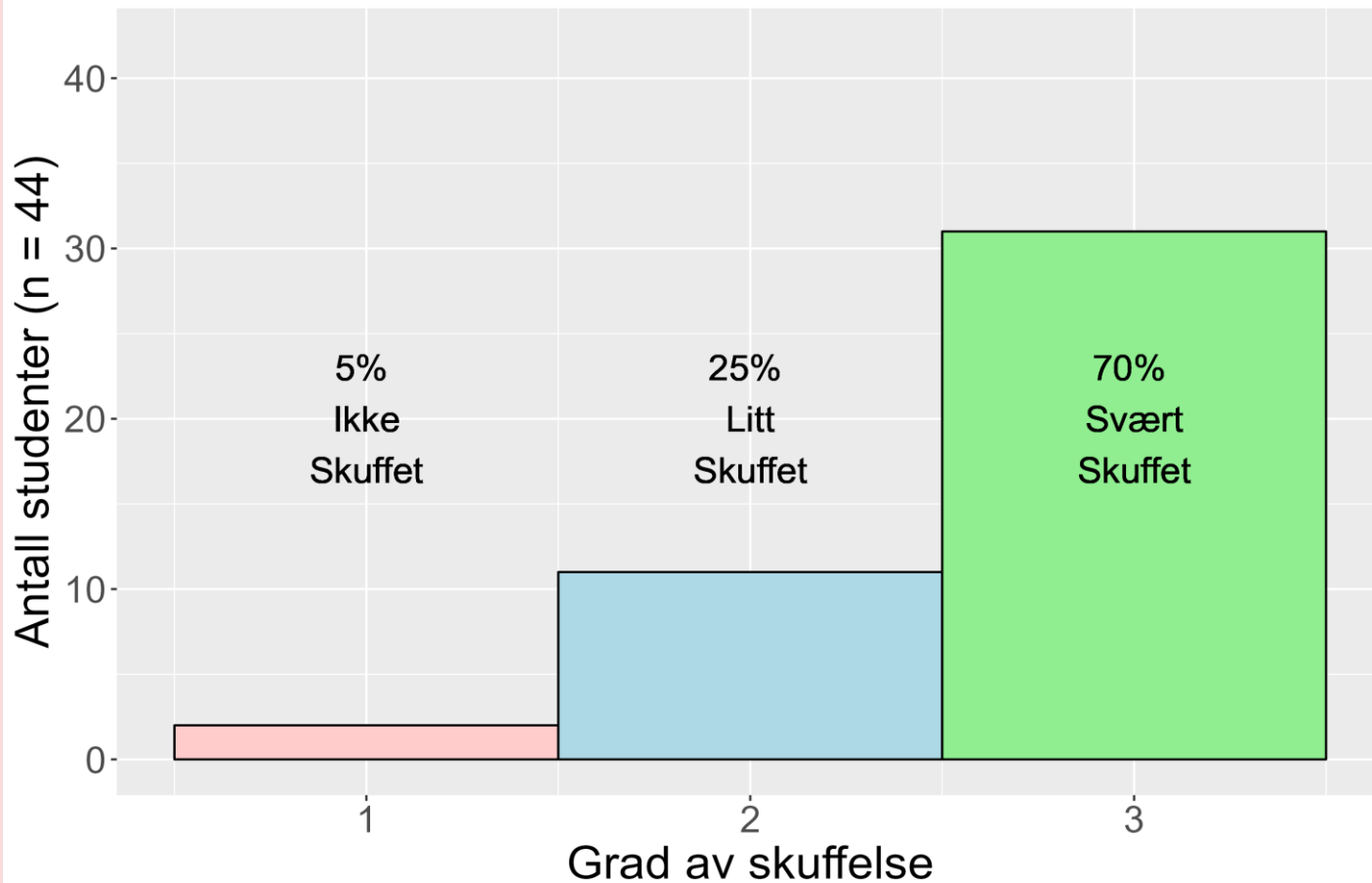


Lærernes
dag 2024

Studentenes erfaringer, gjenfinning

- Rimelig intuitivt.
- Betyggende gjennomslktig test.
- Ingen klaging.
- Motivasjon til å jobbe hardere for å forstå (!)
- Merker nytten etter skippertak.
- Bra kickstart av studieøkter.

"Hvor skuffet ville du blitt hvis du mistet tilgangen til gjenfinningsarkene/-treningen?"



Lærernes
dag 2024

«Merker stor forskjell [i diskusjoner]
på de fra klassen som har gjort
gjenfinningstrening og ikke.»

**Prinsippark som
utgangspunkt for:**

Forelesning



**Lærernes
dag 2024**

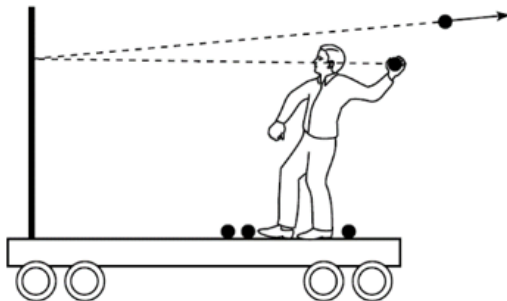
Prinsippark → forelesning

- Forberedelse
 - Innkoding og gjenfinning
- Oversikt og repetisjon
- Strukturere forelesninger og fremdrift
- Gjenfinningstrening i klasserom
- I aktiv læring-metoder
 - Vil ha kvalitativ bruk av fysikkprinsipper
 - Stopper ofte ved intuitiv tenking og fysikkbegreper

Prinsipper i aktiv læring

Anta at du er på en vogn, først i hvile på en bane med svært liten friksjon. Du kaster kuler på en skillevegg som er stivt montert på vognen. Hvis ballene spretter rett tilbake som vist på figuren, er vognen satt i bevegelse?

- A. Ja, den beveger seg til høyre.
- B. Ja, den beveger seg til venstre.
- C. Nei, den forblir på plass.



Prinsipper essensielle

«Beste måten å lære et fag så langt på universitetet. Får mye bedre forståelse for faget. Alltid vanskelig å følge med i klassiske forelesninger, men mye lettere når man vet at man må delta.»



**Lærernes
dag 2024**

**Prinsippark som
utgangspunkt for:**

**Selvforklaring av
løsninger**



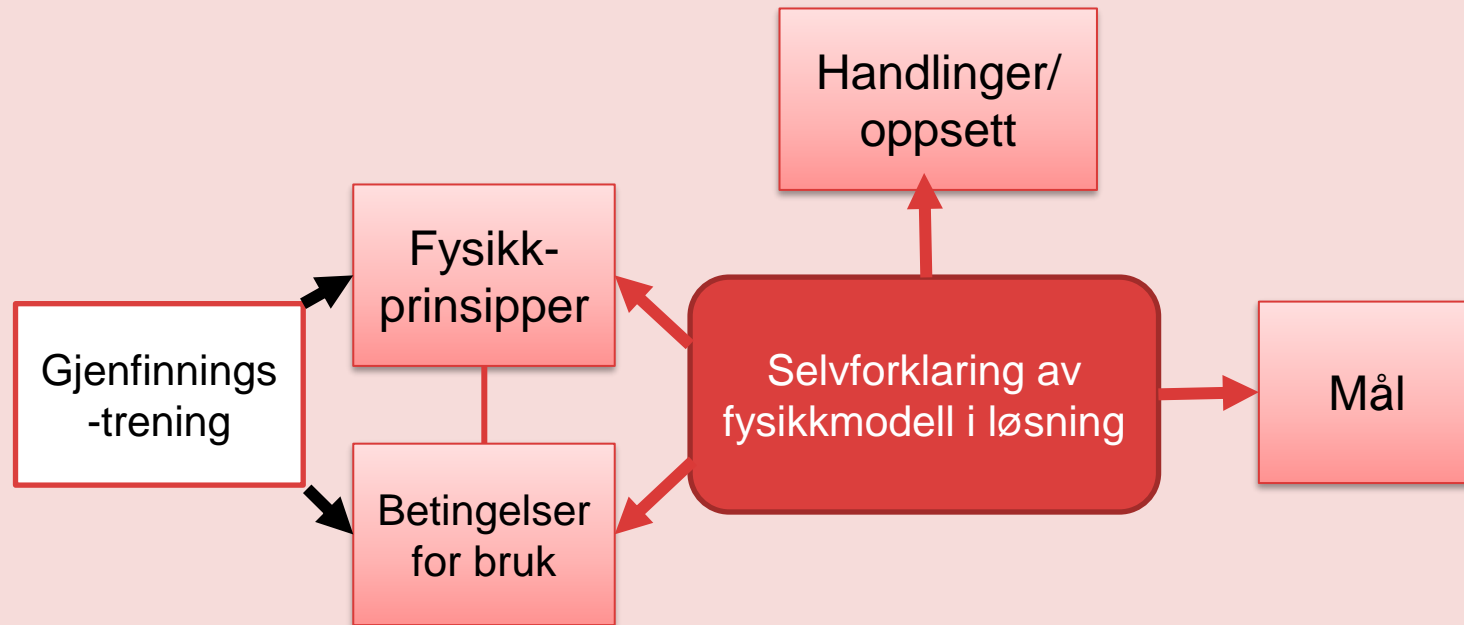
**Lærernes
dag 2024**

Prinsippark → selvforklaring

- Prinsipper: Viktigste elementet i å forstå løsninger.
- Gjenfinningstrening → Økt kvalitet på selvforklaringer
- Kanskje største mangelen i fysikkutdanning



Gjenfinningstrening og selvforklaring for studering av løsninger og eksempler



**Prinsippark som
utgangspunkt for:**

Problemløsning

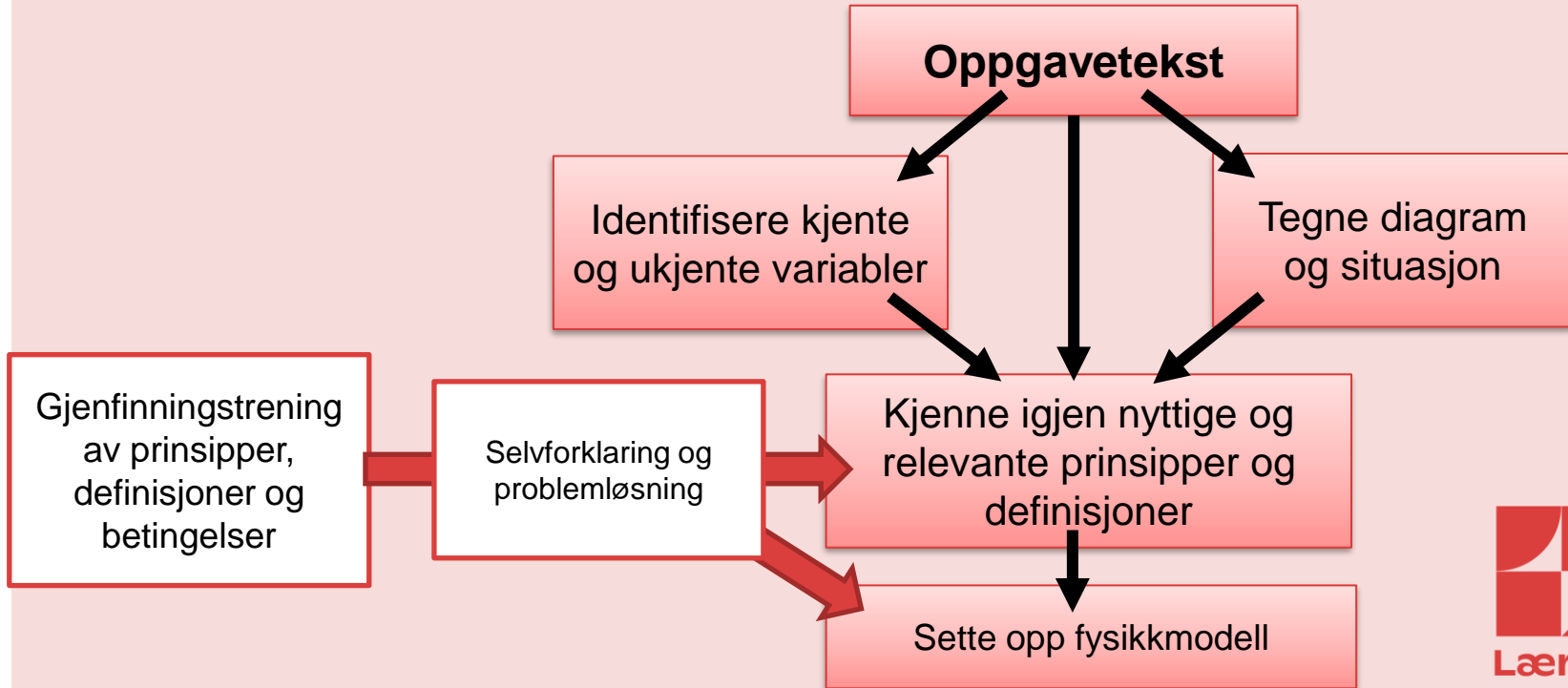


**Lærernes
dag 2024**

Prinsippark → problemløsning

- Prinsipper: Viktigste verktøy for å løse problemer.
 - Fysikkmodellering
 - Bygger på selvforklaring
- Mål: gjenfinne og bruke relevante prinsipper når de trengs.
- Gjenfinningstrening medium effekt på prestasjon.

Gjenfinningstrening for problemløsning



Hva får underviserne ut av prinsippark?



Lærernes
dag 2024

Foreleserne

- Lærer av å lage. (også faktatest!)
- Bedre oversikt over eget kurs
- Verktøy for videreutvikling av kurs
- Kreativ, iterativ prosess.



Lærernes
dag 2024

Fra flyktig til varig kunnskap



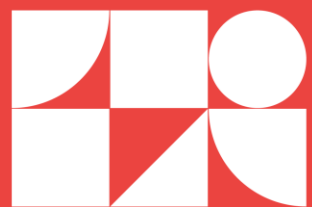
Lærernes
dag 2024

Fra flyktig til varig kunnskap

- “Husker fortsatt alt” – tidligere student
- Prinsippene sitter igjen, og det kan vi like.



Lærernes
dag 2024



**Lærernes
dag 2024**