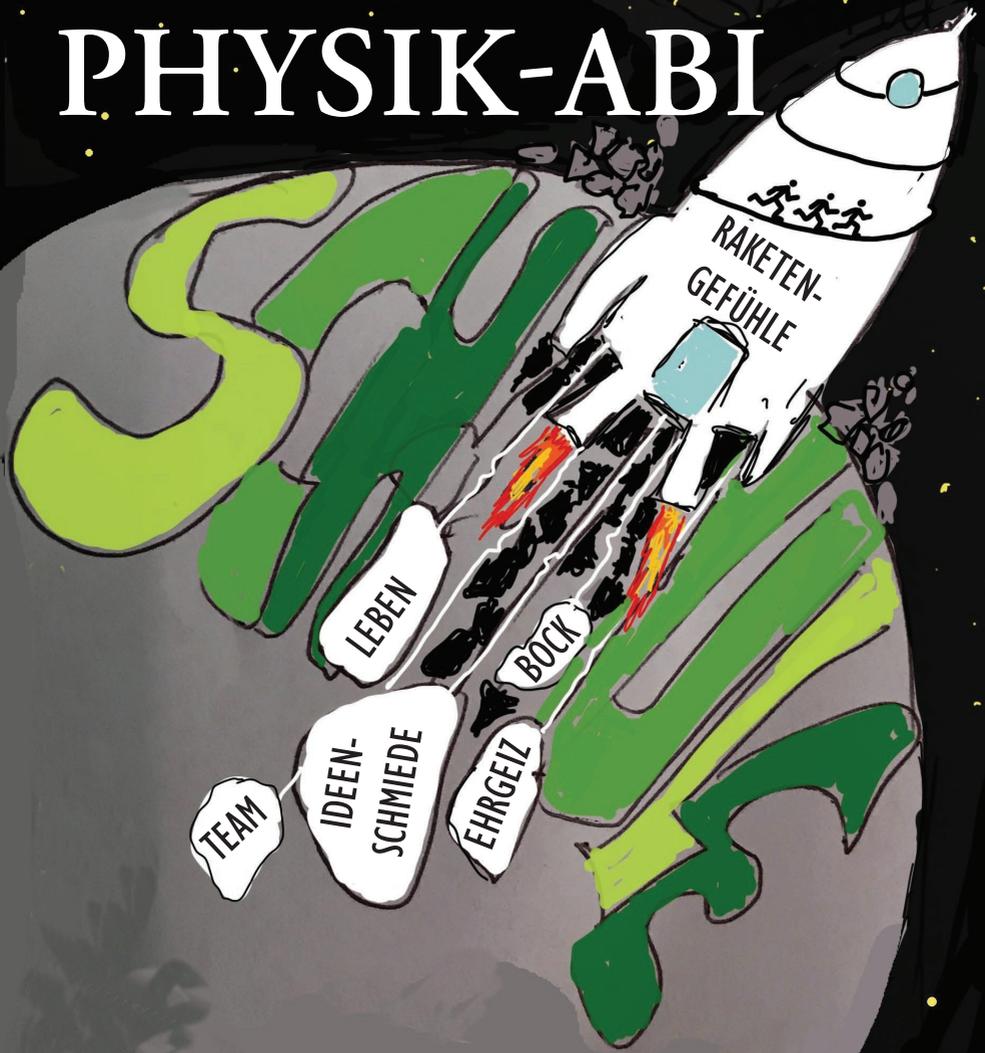


# PHYSIK-ABI



ERFOLGREICH DEN  
PLANET SCHULE  
VERLASSEN

# Das Physik-Abi ist ein Papiertiger

Ja ich meine das ernst. Allerdings ist es **nur dann ein Papiertiger**,

- wenn man die gelernten physikalischen Zusammenhänge versteht und
- wenn man sich einmal klar macht, dass 3/4 einer Abiaufgabe ein mathematisches Problem (meist der Mittelstufe) darstellt und nur 1/4 ein physikalisches.
- Wenn man versteht, dass das Lösen des physikalischen Problems und das Verständnis einer Aufgabe den wesentlichen Punkteanteil ausmacht.
- wenn man sich klargemacht hat, dass Rechenfehler nicht wirklich viel zählen, wenn der physikalische Durchblick stimmt.

## Mein Tipp an Abiturient:innen:

Seht dieses kleine Heft als sprechende Formelsammlung für die wesentlichen Bereiche der Kursstufenphysik. Ergänzt sie einfach durch eure eigenen Aufschriebe. Und stellt doch einfach irgendwann erstaunt fest: Es sind so wenige Formeln. Sie passen in dieses kleine Heftchen. Ich habe früher oft meinen Abiturient:innen zwei scheckkarten-große folierte Formelkarten mit auf

den Weg gegeben. Ja klar, beim Kopieren stark verkleinert, aber man konnte noch alles lesen. Die kompletten Formeln der Schulphysik auf zwei Scheckkarten. Man muss sie im Zusammenhang begreifen, dann wird das Physikabitur zum Papiertiger. Speziell wenn man sich angewöhnt hat, Aufgaben ohne Zahlen zu lösen und Werte erst ganz am Ende einzusetzen.

Für das Abitur 2010 hatte ich dieses Heft spaßeshalber meinen Neigungskürsler:innen in ein Liedlein gepackt. Wer die einzelnen Zeilen versteht, der versteht den größten Teil des Abiturstoffes. Probiert es aus.

## Mein Tipp an Kursstufenbeginner:innen

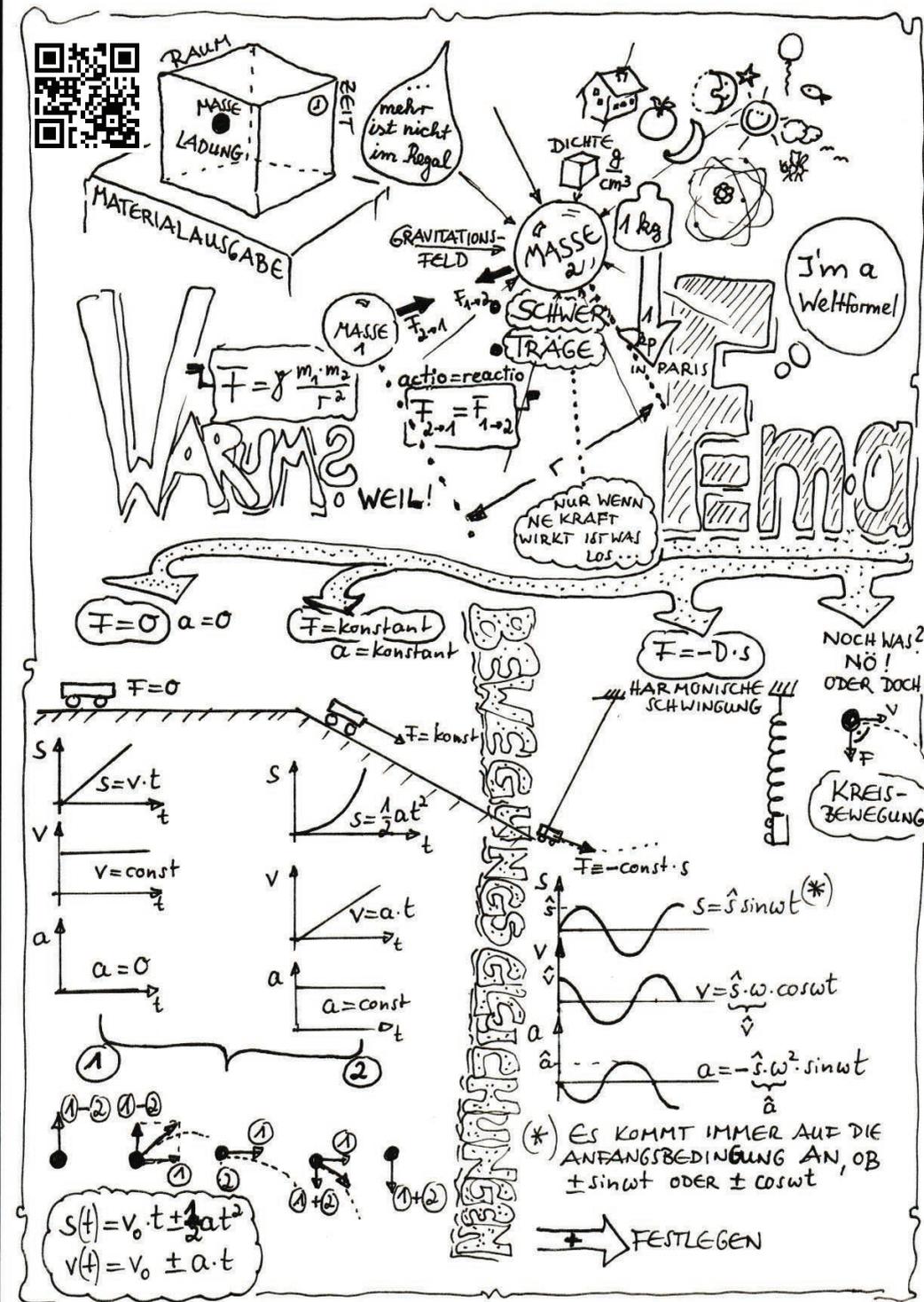
Hört euch das Liedlein an, optimiert eure Mathematikkenntnisse aus der Mittelstufe und begegnet dem Papiertiger mit offenen Augen.

Otto Kraz

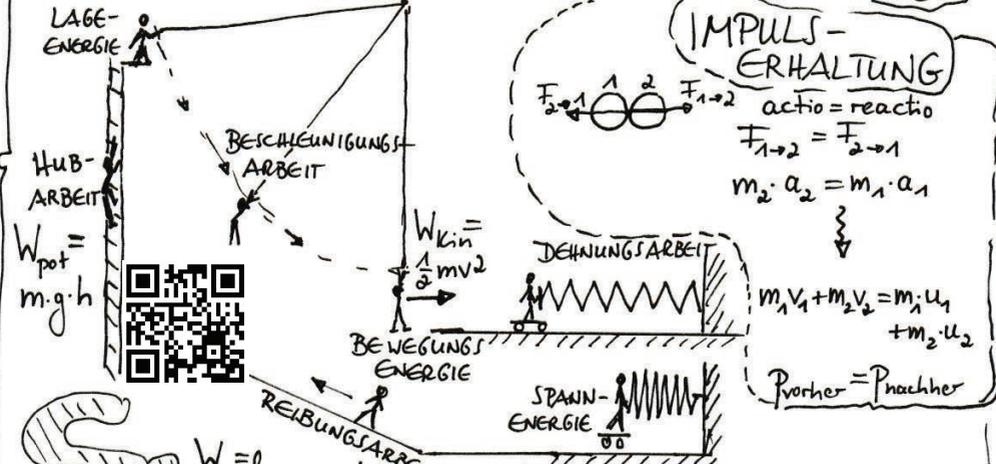
Das Prinzip der Physikmaschine: Zum besseren Verständnis, wie man mit Formeln professionell umgehen muss: Man muss verstehen, was sie aussagen.

Hier noch ein paar Rechentipps - am Beispiel des waagrechten Wurfs

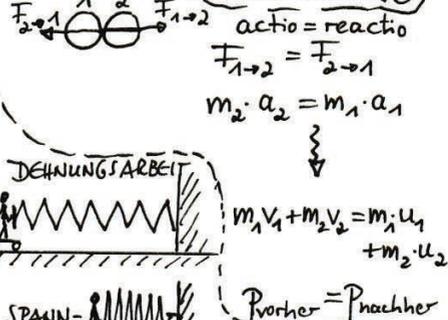
Umgang mit Formeln - mit Tarzan und Jane



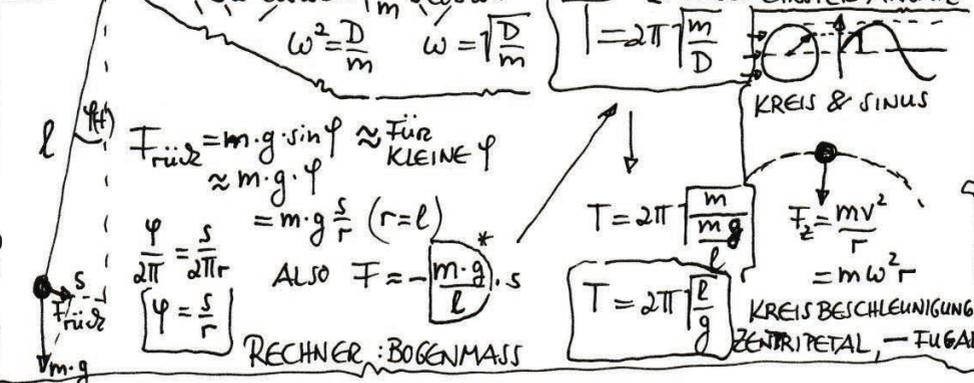
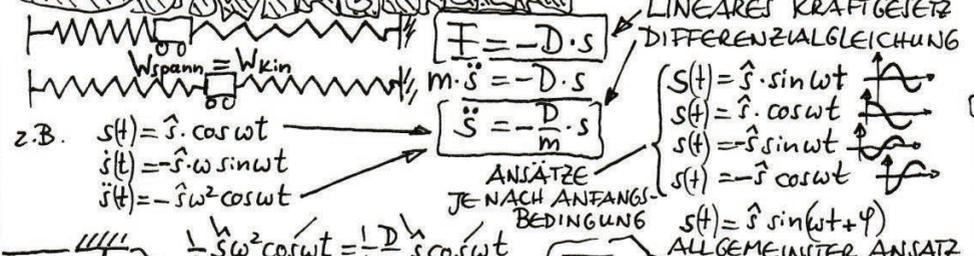
# ENERGIERHALTUNG



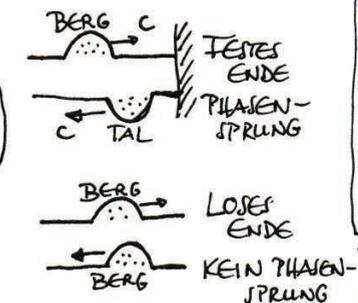
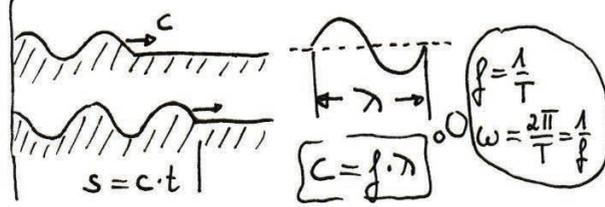
## IMPULS-ERHALTUNG



# SWINGUNGEN

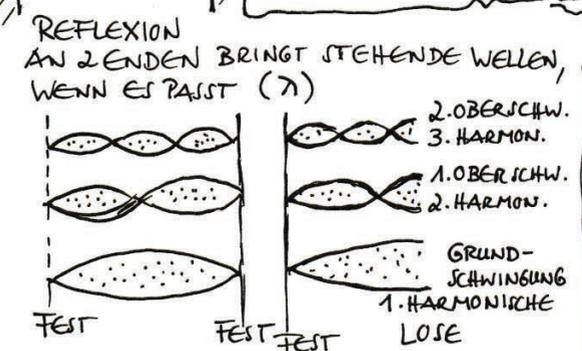
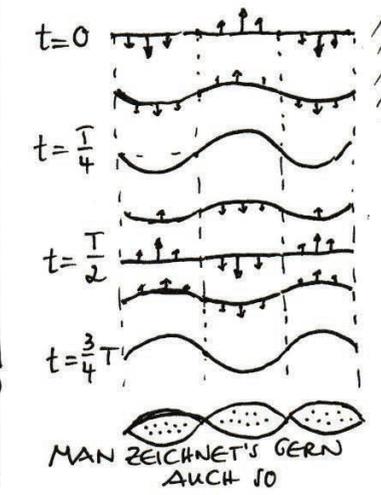


# WELLEN

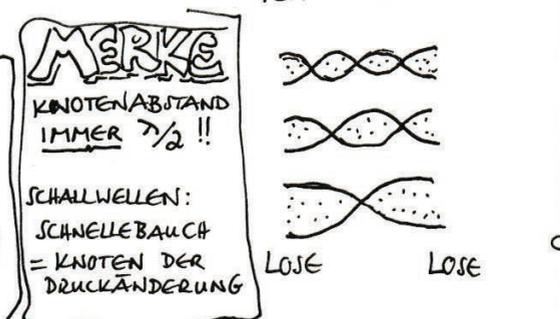


ZWEI ENTGEGENLAUFENDE WELLEN (GLEICHES C GLEICHES f -> GLEICHES lambda) ERZEUGEN IM ÜBERLAGERUNGSBEREICH

WIR UNTERSCHIEDEN LONGITUDINALWELLE Z.B. SCHALL UND TRANSVERSALWELLE



# WELLEN ÜBERLAGERN SICH UNGESTÖRT!!!



# SPALTE SPALT

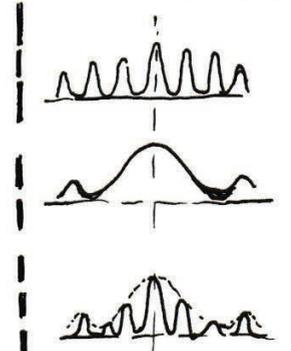


## DER SPALT



$$\sin \varphi = \frac{n \cdot \lambda}{n \cdot d}$$

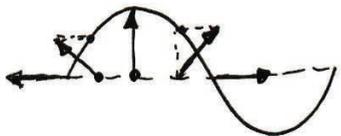
## SPALT & DOPPELSPALT (ODER GITTER)



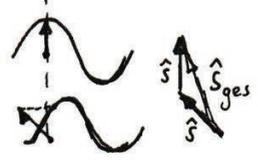
WO VOM SPALT NICHTS KOMMT, KANN AUCH NICHTS KONSTRUKTIV INTERFERIEREN

## HERR DREIFACHSPALT

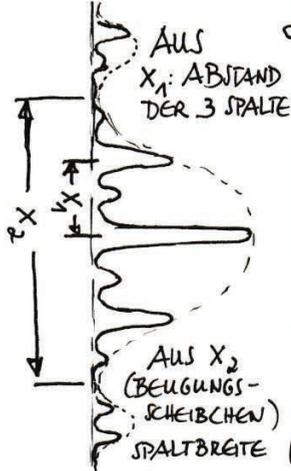
UND DIE SACHE MIT DEN ZEIGERN



DIE WELLEN-AMPLITUDE IST DIE SENKRECHTE PROJEKTION DES PFEILS

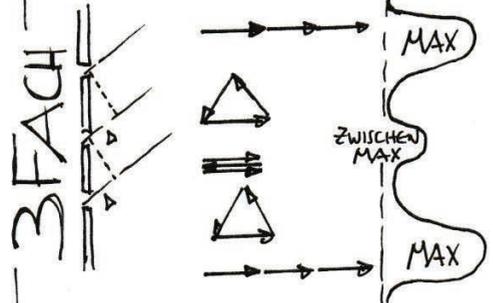


ZUR WINKELBERECHNUNG  $\frac{x}{\lambda} = \frac{\varphi}{360^\circ}$



AUS  $x_1$ : ABSTAND DER 3 SPALTE

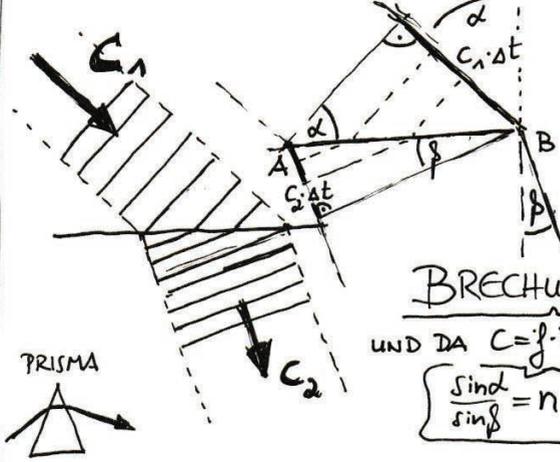
AUS  $x_2$  (BEUGUNGS-SCHREIBCHEN) SPALTBRÖTE



4FACH

# REFRAKTION & BEUGUNG

KOMMT NE WELLE SCHRÄG AN NE GRENZFLÄCHE ZU EINEM MEDIUM MIT ANDERER WELLENGECHWINDIGKEIT... WIRD SIE EBEN GEBROCHEN.



BRECHUNG HAT ALSO MIT VERSCHIEDENEN GECHWINDIGKEITEN ZU TUN.

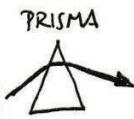
$$\frac{c_1 \cdot \sin \alpha}{AB} = \frac{\sin \beta}{AB} = \frac{c_1}{c_2} = n$$

BRECHUNGS-ZAHL

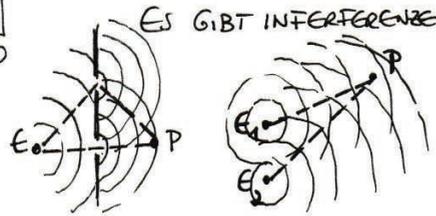
## BRECHUNGSGESETZ

UND DA  $c = \lambda \cdot \nu$  UND  $\nu$  GLEICH BLEIBT, GILT

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_1}{n_2}$$



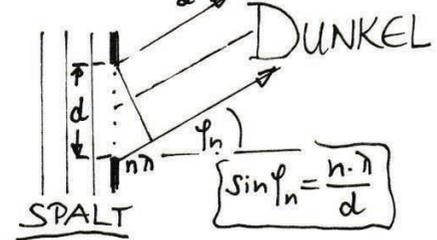
KOMMT NE WELLE AN EINEN DOPPELSPALT, VERHÄLT SIE SICH DORT WIE 2 ELEMENTAR ERREGER ZENTREN:



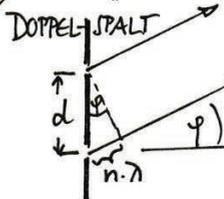
ES GIBT INTERFERENZEN

## INTERFERENZ BEREICH

LAUFWEGSDIFFERENZ ENTSCHIEDET, OB MAX. ODER MIN.  $n \cdot \lambda$ : Max  $\frac{2n+1}{2}$ ; Min  $n=0,1,2,\dots$



$$\sin \varphi_n = \frac{n \cdot \lambda}{d}$$



$$\sin \varphi = \frac{n \cdot \lambda}{d}$$

Maxima

GITTER EBENSO

$$\sin \varphi_n = \frac{n \cdot \lambda}{g}$$





LINKE DAUMEN-REGEL FÜR NEGATIVE TEILCHEN

FLIEGT NE LADUNG IST ES DA, DAS MAGNETFELD!

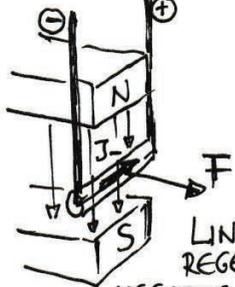
WÄRM? WEIL!

UND WAS KANN ES? AUF BEWEGTE LADUNGEN NE KRAFT AUSÜBEN (\*) ZIEMLICH GENIAL...

IN KONZENTRISCHEN KREISEN



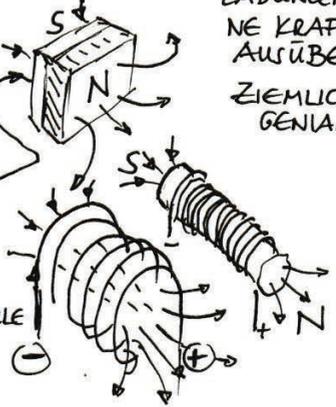
AUCH WENN DIE LADUNGEN IM LEITER FLIEßEN



LINKE HAND REGEL FÜR NEGATIVE TEILCHEN

DAUMEN: ELEKTROBENBEWEGUNG  
ZEIGEFINGER: MAGNETFELD  
MITTELFINGER: KRAFT AUF LEITER

MIT EINER SPULE BAUT MAN SO EINEN ELEKTRO-MAGNET



DEF

STÄRKE DES MAGNETFELDS DURCH MAGNETISCHE FLUSSDICHTE B DEFINIERT

$$B = \frac{F}{J \cdot l}$$

EINHEIT: TESLA

STROM-STÄRKE LÄNGE LEITER IM MAGNETFELD

LANGGESTRECKTE SPULE WICKLUNGSZAHL N STROM

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N}{l} \cdot J_{err}$$

KEIN LÄNGE

F AUF ALLE N ELEKTROBEN

$$F = B \cdot \frac{N \cdot e \cdot v}{l} \cdot l$$

F AUF 1 ELEKTROBEN

$$F = B \cdot e \cdot v$$

LORENTZKRAFT

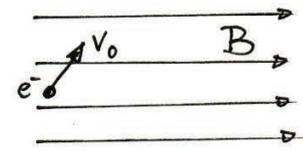
(\*) UND DIE KRAFT WIRKT IMMER  $\perp$  AUF GESCHW. KEIT. ALSO KEINE BEICHELNUNG NUR ABLENKUNG..

LETZTES ELEKTROBEN  
ELECTRONEN  
N · e WÄREN IM LEITER DANN WIRKT  $(F = B \cdot J \cdot l)$  AUF LEITER.  
BIS LETZTES ELEKTROBEN ZIEL ERREICHT HAT, VERGEHT  $\Delta t = \frac{l}{v}$   
ZIEL STROMSTÄRKE SOMIT:  $J = \frac{N \cdot e}{\Delta t} = \frac{N \cdot e \cdot v}{l}$

# DIES & DAS E-UND B-FELDER



ELEKTROBEN WIRD SCHRÄG IN B-FELD EINGESCHOSSEN



SIEHT VON HINTEN SO AUS... MAN SIEHT NUR  $\perp$  KOMPONENTE

ZUR BERECHNUNG DER LORENTZKRAFT

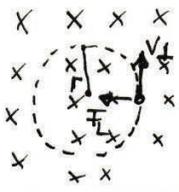
$$F_L = B \cdot v_{\perp} \cdot e$$

KONSTANT GERADLINIG UNBERICHELNIGT

STRABE

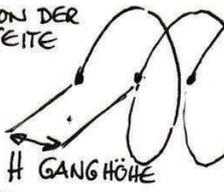
$$H = v_{\perp} \cdot \cos \alpha \cdot T$$

$$T = \frac{2\pi r}{v_{\perp}}$$



VON HINTEN KREISBAHN

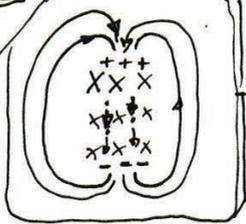
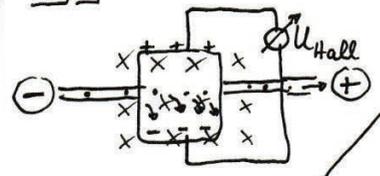
VON DER SEITE



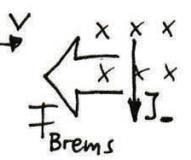
H GANGHÖHE

WIE IMMER  $\frac{mv_{\perp}^2}{r} = B \cdot e \cdot v_{\perp}$   
ZENTRIFUGAL- = LORENTZ-

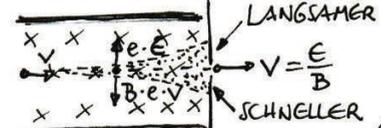
## HALL-EFFEKT



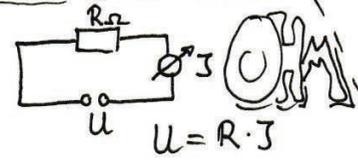
## WIRBELSTROM



Brems

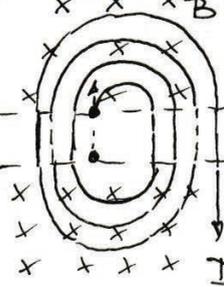


## WIEN'SCHER FILTER



$$U = R \cdot J$$

## ZYKLOTRON



$$B \cdot q \cdot v = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{B \cdot q}$$

T FÜR 1 UMLAUF

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m v}{B \cdot q \cdot v}$$

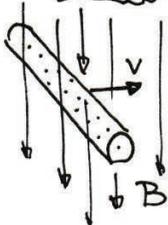
UNABHÄNGIG VON v UND VON r

DESHALB

$U \sim$  KONSTANTES UM SCHALTEN GENÜGT.

WENN NICHT NAHE LICHTGESCHW.K.

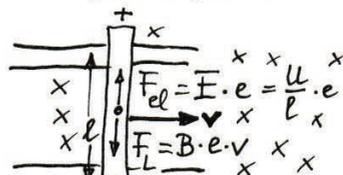
# INDUKTION



SCHIEBT MAN EINEN LEITER  $\perp$  DURCH EIN MAGNETFELD, ERFAHREN DIE ELEKTRONEN EINE LORENTZKRAFT... LOGISCH.

SIE VERSCHIEBEN SICH... ZWISCHEN DEN ENDEN DES LEITERS EXISTIERT EINE INDUZIERTE SPANNUNG

LINKE-HAND-REGEL FÜR NEGATIVE TEILCHEN



ELEKTRISCHE KRAFT = LORENTZKRAFT

$$U_{ind} \cdot e = B \cdot e \cdot v$$

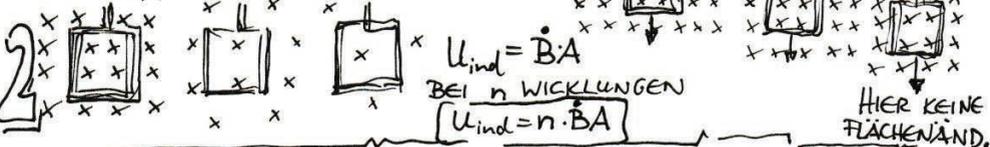
$$U_{ind} = B \cdot l \cdot v$$

ANDERS SCHREIBEN

$$U_{ind} = B \cdot l \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} = B \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} = B \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t} = B \cdot \dot{A}$$

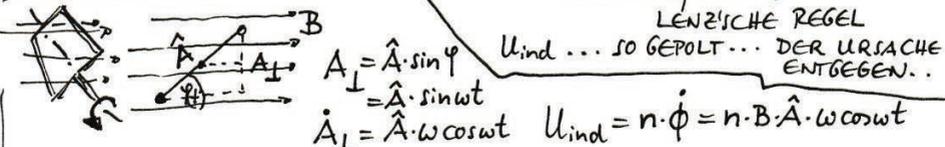
BIS JETZT ANSCHAULICH

BEI n WICKLUNGEN =  $n \cdot B \cdot \dot{A}$



3 VERALLGEMEINERUNG: ENTWEDER A ODER B MUSS SICH ÄNDERN..  $B \cdot A = \Phi$  MAGNETISCHER FLUSS

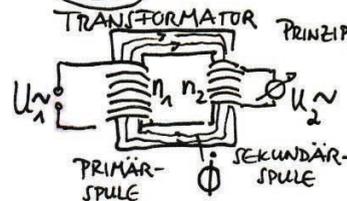
$$U_{ind} = -n \cdot \dot{\Phi}$$



LENZISCHE REGEL U\_ind ... SO GEPOLT... DER URSACHE ENTGEGEN..

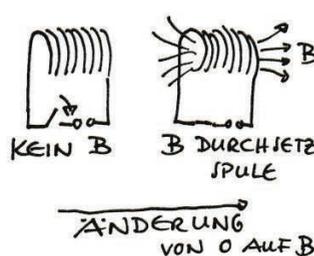
DREH EINE SPULE IM MAGNETFELD, DANN BEKOMMT DU AN DEREN ENDEN EINE SINUSFÖRMIGE WECHSELSPANNUNG

# Selbstinduktion



TRANSFORMATOR PRINZIP:  $U_1$  ÄNDERT SICH  $\sim$  DAMIT  $\Phi \sim$  DURCHSETZT 2. SPULE DAMIT  $U_2 = n_2 \dot{\Phi}$

"FREMDES" "VERÄNDERLICHES" FELD DURCHSETZT SEKUNDÄRSPULE..



ALSO

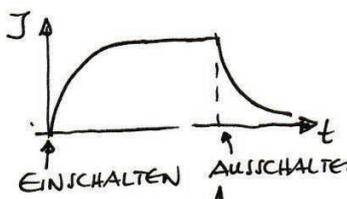
$$U_{ind} = -n \cdot \dot{\Phi} = -n \cdot \frac{d}{dt}(B \cdot A) = -n \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$= -n \cdot A \cdot \frac{d}{dt}(\mu_0 \mu_r \frac{n}{l} \cdot I_{er})$$

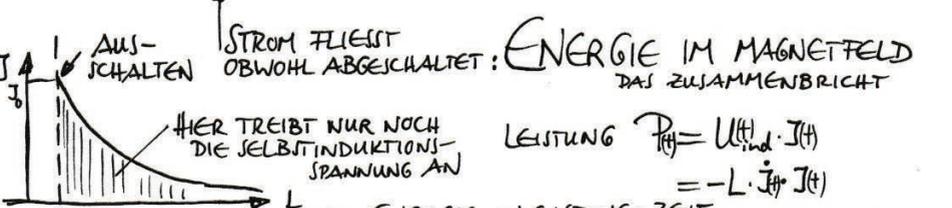
$$= -n \cdot A \cdot \mu_0 \mu_r \frac{n}{l} \cdot \frac{dI}{dt}$$

NUR STROM- STÄRKE ÄNDERT SICH

$$= -L \cdot \dot{I}$$



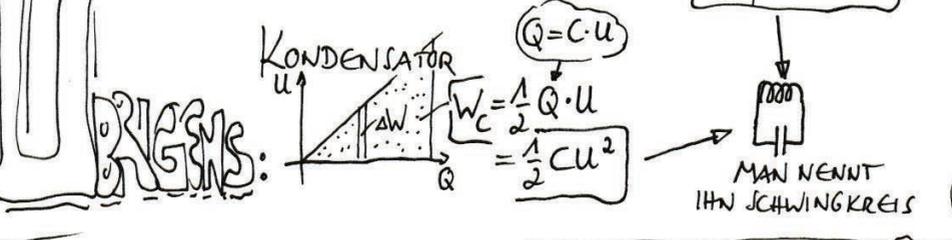
EIGENINDUKTIVITÄT EINER SPULE.. (EINHEIT HENRY) ENTGEGEN DER URSACHE Z.B. BEIM EINSCHALTEN & BEIM AUSCHALTEN ENTGEGEN DEM AUSCHALTEN



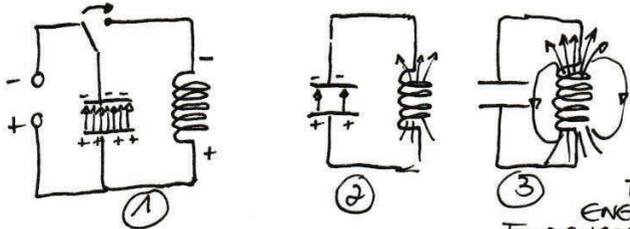
ENERGIE = LEISTUNG \* ZEIT

$$W_{spule} = \int_0^{\infty} P(t) \cdot dt = \int_0^{\infty} -L \cdot I \cdot \frac{dI}{dt} \cdot dt = -\int_{I_0}^0 L \cdot I \cdot dI = \frac{1}{2} L I_0^2$$

$$W_{spule} = \frac{1}{2} L I^2$$



# SCHWINGEN



SOWEIT SO KLAR  
AUFGELADENER  
KONDENSATOR ①  
ENTLÄDT SICH  
ÜBER SPULE ② BU  
DIE ELEKTRISCHE FELD-  
ENERGIE ① ZUR MAGNETISCHEN  
FELDENERGIE WIRD

④ DER LENZ'SCHEN REGEL  
REI'S VERDANKT:  
DER ZUSAMMENBRUCH  
DES MAGNETFELDS BEWIRKT, DASS EINE  
SPANNUNG INDUZIERT WIRD DIE DER URSACHE (ALSO DEM ZUSAMMENBRUCH)  
ENTGEGENWIRKT: ELEKTROEN WERDEN WEITER IN DIE GLEICHE  
RICHTUNG „GEPUMPT.“

## UND DANN?

⑤ UND DANN GEHT'S GENAU GLEICH WEITER, NUR RÜCKWÄRTS.  
UND DAMIT HABEN WIR EINE SCHWINGUNG:

## SCHWINGUNGSDAUER?

$$U_C = U_L$$

$$Q(t) = \hat{Q} \cdot \sin \omega t$$

$$\dot{Q}(t) = \hat{Q} \cdot \omega \cos \omega t$$

$$\ddot{Q}(t) = -\hat{Q} \cdot \omega^2 \sin \omega t$$

$$U_C = \frac{Q}{C} = -L \cdot \ddot{Q}$$

$$\frac{\hat{Q}}{C} \cdot \omega^2 \sin \omega t = \frac{1}{LC} \cdot \hat{Q} \cdot \sin \omega t$$

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} \quad \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \frac{2\pi}{T} \quad T = 2\pi \sqrt{LC}$$

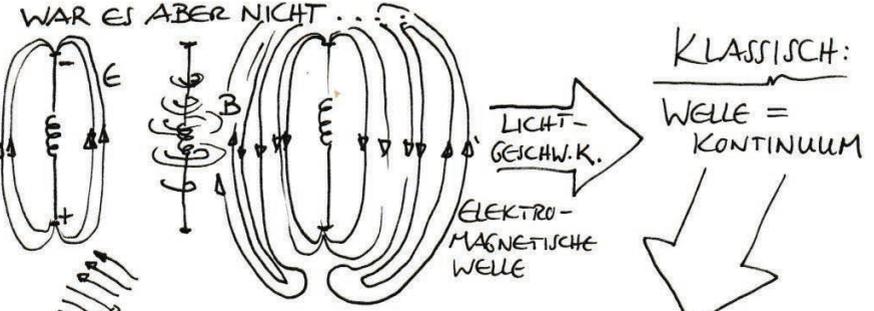
ANGENOMMEN ANFANGS-  
BEDINGUNG WIE ①, DANN  
 $Q(t) = \hat{Q} \cdot \cos \omega t \Rightarrow U(t) = \hat{Q} \cdot \cos \omega t$   
 $Q(t)$  UND  $U(t)$  IMMER GLEICHE FUNKTION ... OHNE LADUNG AUF C KEIN U...  
 $I(t) = \dot{Q}(t)$  IST DANN  $I(t) = \hat{Q} \cdot \omega \cdot \sin \omega t$   
OHNE („REIBUNG“) DÄMPFUNG IST AUCH  $\frac{1}{2} L \dot{I}^2 = \frac{1}{2} C \dot{U}^2$  ZULÄSSIG

HIER ENDET DIE KLASSISCHE PHYSIK

# PHOTOEFFEKT

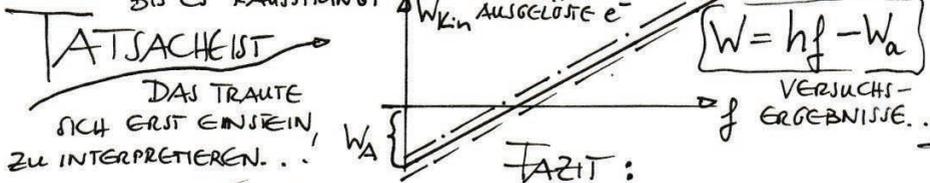


ES HÄTTE ALLES SO EINFACH SEIN KÖNNEN...



KLASSISCH:  
WELLE =  
KONTINUUM

WAR ES ABER NICHT...  
KÄME SO NE WELLE  
ZU EINEM KLEINEN STÜCK  
ELECTRON, DANN WÜRDIE SIE:  
ELEKTRON AUFSPÄTTTELN  
BIS ES RAUSSPRINGT



TATSACHE IST  
DAS TRAUTE  
SICH ERST EINSTEIN,  
ZU INTERPRETIEREN...

FAZIT:  
BEGINN: QUANTENPHYSIK

WELLE OUT  
TEILCHEN IN  
WIRD ABER WEITER  
GEBRAUCHT  
DOCH DIE WELLE  
BLEIBT DER BOSS UND SAGT, WOS LANG GEHN KANN.

WENN QUANTENENERGIE  $hf$  AUSREICHT, UM  $W_a$  ZU ÜBERWINDEN,  
KANN DAS ELECTRON ABHAUEN.

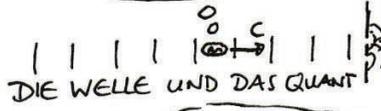
DIE WELT IST GEQUANTELT  
NUR KEINER MERKT'S...

MIT DEM VERSTEHEN IST DAS SO EINE SACHE...

# QUANTEN UND SO



WO SOLL ICH NUR HIN



BIN HALT MAL HIER GELANDET

... ICH HAB DA SO NE WELLENFUNKTION DIE SICH ÄNDERT, WENN SICH DIE SPALTBREITE ÄNDERT

DIE BERECHNUNG DER AUFTREFFORTE FÜR QUANTEN IST NICHTS NEUES

$$\sin \varphi = \frac{n \lambda}{d}$$

NEIN IST NUR DIE INTERPRETATION



DASS ICH HIER BIN IST GEWÜRFELT :-)  
KOPENHAGENER DEUTUNG

ODER IN'NER ANDEREN WELT BIN ICH WOANDERS

VIELE WELTEN THEORIE

ÜBRIGENS BEIM FLIEGEN SELBST KANN MIR KEINER ZUHEHEN

HILFE, ICH WERD' IMMER RÖTER

EINSTEIN LÄSST GRÜSSEN

$$hf = mc^2 \rightarrow m = \frac{hf}{c^2} = \frac{h}{c \cdot \lambda} = \frac{h}{c \cdot \lambda}$$

IMPULS

$$p = m \cdot v = m \cdot c = \frac{h}{c \cdot \lambda} \cdot c = \frac{h}{\lambda}$$

WELLEN-FUNKTION MIT WELLENLÄNGE  $\lambda$

LICHTSCHNELL

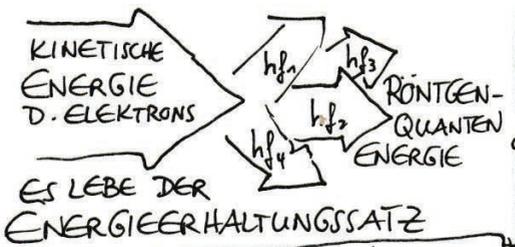
COMPTON-EFFEKT: BILLARD MIT ELEKTRON



# RÖNTGEN



WUSSTE NOCH NICHTS DAVON  
DIE IDEE IST SCHLICHT



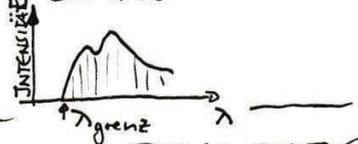
MAXIMALE RÖNTGEN QUANTEN-ENERGIE

$$W_{kin} = e \cdot U \quad hf = h \frac{c}{\lambda}$$

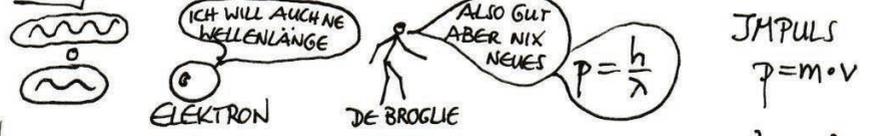
GESAMTE ENERGIE DES ELEKTRONS IN 1 QUANT

$$eU = h \frac{c}{\lambda_{grenz}} \quad \lambda_{grenz} = \frac{hc}{e \cdot U}$$

GRENZWELLENLÄNGE BEI RÖNTGENRÖHREN



# MATERIEWELLENLÄNGE



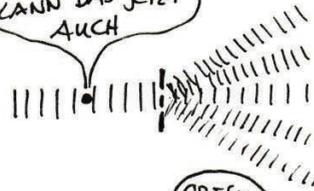
UND LOS GEHT'S

$$e \cdot U = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{(m v)^2}{2 m} = \frac{p^2}{2 m}$$

$$p = \sqrt{2 e m U} = \frac{h}{\lambda}$$

JIPPPIHH ICH KANN DAS JETZT AUCH

WENN MEIN  $\lambda$  IN DER GRÖSSEN ORDNUNG EINES DOPPELSPALTS LIEGT, FLIEG ICH UM DIE ECKE.



ORTS-BESTIMMUNG

IMPULS UNSCHÄRFE

AUS IST'S MIT DER SCHÖNEN KLASSISCHEN BAHNVORSTELLUNG IM MIKROKOSMOS...  
SPRACH HERR HEISENBERG

# HASSEN & UNSCHÄRFE

KOMMT JO'N ELEKTRON  
SAMT WELLENFUNKTION AN  
EINEN ENGEN SPALT

$$\frac{d}{\lambda} \sin \varphi = \frac{\lambda}{d}$$

1. MINIMUM

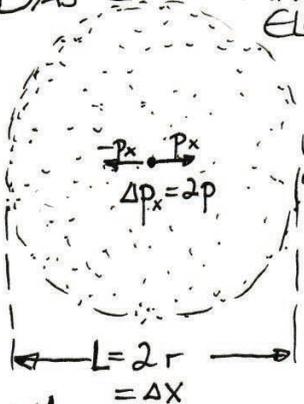


$$\frac{\Delta p}{p} = \tan \varphi \approx \sin \varphi = \frac{\lambda}{d} = \frac{h}{\Delta x}$$

$$\Delta x \cdot \Delta p \approx p \cdot \lambda = \frac{h}{\lambda} \cdot \lambda = h$$

ORTS-  
UNSCHÄRFE

## DAS EINGESPERRTE ELEKTRON



ODER  
WARUM SIND ATOME  
NICHT ZUSAMMEN-  
ZUDRÜCKEN

$$\Delta x \cdot \Delta p \approx h$$

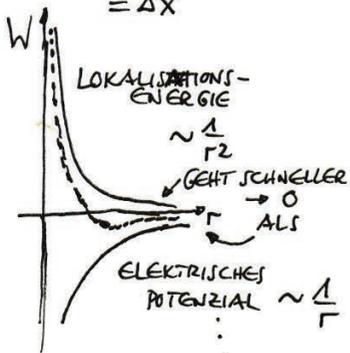
HEISENBERG'SCHE  
UNSCHÄRFE-  
RELATION

ELEKTRONEN STECKEN IM QUANTENKÄFIG  
DIE IMPULS UNSCHÄRFE (IN x-RICHTUNG)

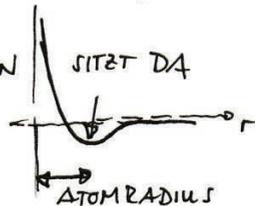
$$2p_x = \Delta p \approx \frac{h}{L} \quad W_{kin} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{m^2 v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$

$$p_x = \frac{h}{2L} \dots W_{kin} = \frac{h^2}{4L^2 \cdot 2m} = \frac{h^2}{8mL^2} \quad \text{LOKALISATIONS-ENERGIE}$$

(3 DIMENSIONAL  $W = \frac{3h^2}{8mL^2}$ )



DAS ELEKTRON SITZT DA



$$W = \int \vec{F}_e \cdot d\vec{r} = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} dr = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r}$$

Herausgeber  
Heinz Bayer alias Otto Kraz  
Hochschule für agile Bildung Zürich  
www.hfab.ch  
Forum kollaborative Improvisation  
www.aufeigenef Faust.com  
Kontakt: otto.kraz@aufeigenef Faust.com

Dieses Abi-Vorbereitungsheft stammt aus meiner eigenen grauen Vorzeit und wurde von mir nur neu mit QR-Codes versehen. Zu finden unter <https://physikmaschine.jimdo.free.com/physik-archiv/abzum-abi-klasse-11-12/kraz-abitursvorbereitung-1/>

# **MACH AUS DEM PHYSIK- ABI EINEN PAPIERTIGER**